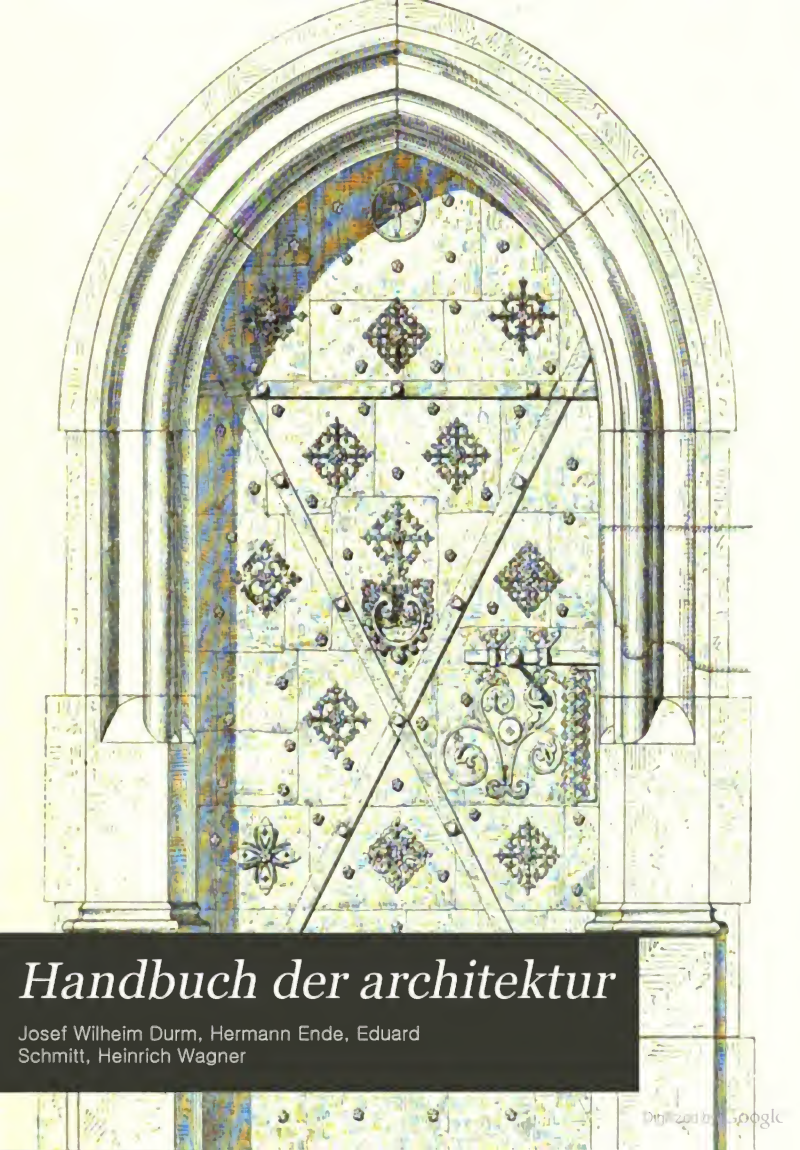
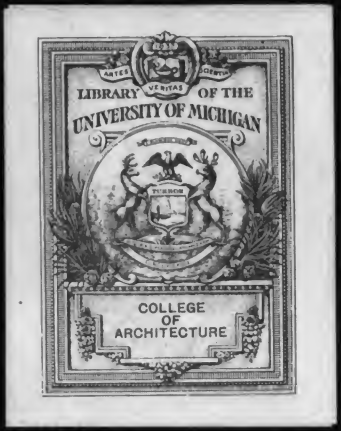


Handbuch der architektur

Josef Wilheim Durm, Hermann Ende, Eduard Schmitt, Heinrich Wagner

Digitized by Google



Digitized by Google

ARCHITECTURAL
LIBRARY
NA
2510
.H24

Gefamtanordnung und Gliederung des „Handbuches der Architektur“ (zugleich Verzeichnis der bereits erfchienenen Bände, bezw. Hefte) find am Schluffe des vorliegenden Bandes zu finden.

Jeder Band, bezw. jeder Halbband und jedes Heft des „Handbuches der Architektur“ bildet ein für fich abgefchloffenes Buch und ift einzeln käuflich.

Digitized by Google

HANDBUCH

DER

ARCHITEKTUR.

Unter Mitwirkung von

Geheimerat
Professor Dr. **Josef Durm**
in Karlsruhe

und

Geh. Regierungs- u. Baurat
Professor Dr. **Hermann Ende**
in Berlin

herausgegeben von

Geheimer Baurat
Professor Dr. **Eduard Schmitt**
in Darmstadt.

Dritter Teil.

DIE HOCHBAUKONSTRUKTIONEN.

6. Band:

Sicherungen gegen Einbruch.
Anlagen zur Erzielung einer guten Akustik.
Glockenstühle.
Sicherungen gegen Feuer, Blitzschlag, Bodensenkungen und Erderschütterungen.
Stützmauern, Terrassen und Perrons.
Freitreppen und äußere Rampen.
Befestigung der Bürgersteige und Hofflächen.
Vordächer.
Eisbehälter und Kühlanlagen mit künstlicher Kälteerzeugung.

DRITTE AUFLAGE.

ARNOLD BERGSTRÄSSER VERLAGSBUCHHANDLUNG (A. KRÖNER).
STUTTGART 1904.

Digitized by Google

DIE

HOCHBAUKONSTRUKTIONEN.

DES

HANDBUCHES DER ARCHITEKTUR

DRITTER TEIL.

6. Band:

Sicherungen gegen Einbruch.

Von † **Erwin Marx**, Geh. Baurat und Professor an der technischen Hochschule in Darmstadt, und **Hugo Koch**, Berlin.

Anlagen zur Erzielung einer guten Akustik.

Von **Aurel Sturmhoefel**, Stadtbaurat a. D. in Berlin.

Glockenstühle.

Von Dr. **Claus Köpcke**, Geheimrat, vorm. Professor am Polytechnikum in Dresden.

Sicherungen gegen Feuer, Blitzschlag, Bodensenkungen und Erderschütterungen. Stützmauern.

Von **Emil Spillner**, Königl. Baurat in Essen a. d. R.

Terrassen, Freitreppen und äussere Rampen.

Von † **Franz Ewerbeck**, Professor an der technischen Hochschule in Aachen.

Befestigung der Bürgersteige und Hofflächen.

Von **Emil Spillner**, Königl. Baurat in Essen a. d. R.

Vordächer.

Von Dr. **Eduard Schmitt**, Geh. Baurat und Professor an der technischen Hochschule in Darmstadt.

Eisbehälter und Kühlanlagen mit künstlicher Kälteerzeugung.

Von **Ernst Brückner**, Oberingenieur der Gesellschaft für *Linde*'s Eismaschinen A.-G. in Wiesbaden, und **Emil Spillner**, Königl. Baurat in Essen a. d. R.

DRITTE AUFLAGE.

Mit 369 in den Text eingedruckten Abbildungen, sowie 1 in den Text eingehefteten Tafel.

STUTTGART 1904.

ARNOLD BERGSTRÄSSER VERLAGSBUCHHANDLUNG.

A. KRÖNER.

Digitized by Google

Das Recht der Überfetzung in fremde Sprachen bleibt vorbehalten.

Druck von BÄR & HERMANN in Leipzig

Digitized by Google

Handbuch der Architektur.

III. Teil.

Hochbaukonftruktionen.

6. Band.

(Dritte Auflage.)

INHALTSVERZEICHNIS.

Konftruktionen des inneren Ausbaues.

6. Abfchnitt:

Sonftige Konftruktionen des inneren Ausbaues.

		Seite
1. Kap.	Sicherungen gegen Einbruch	1
	a) Sicherungen des Verfchluffes der Türöffnungen	2
	1) Sicherungen durch Material und Konftruktion der Türen	2
	2) Sicherheitsverfchlüffe	16
	b) Sicherungen des Verfchluffes der Fenteröffnungen	29
	1) Fenfterläden	29
	2) Fenftervergitterungen	33
	c) Sicherungen gegen Durchbruch der Wände, Decken und Fußböden in befonderen Räumen (Treforc)	42
	1) Gemauerte Treforc	42
	2) Geldfchrankartige Treforc	50
	d) Beleuchtung	53
	e) Bewegliche Kaffenfchränke und Vortreforc	54
	f) Sicherung durch Meldevorrichtungen	55
2. Kap.	Anlagen zur Erzielung einer guten Akuftik	58
	Literatur über „Akuftik der Räume“	77
3. Kap.	Glockenftühle	79
	a) Theoretifche Unterfuchungen	80
	b) Befchreibung einiger Glockenftuhlkonftruktionen	95
	c) Außergewöhnliche Konftruktionen	101
	Literatur über „Glockenftühle“	107

179238

Digitized by Google

Fünfte Abteilung:

Verfchiedene bauliche Anlagen.

1. Abfchnitt:

Sicherungen gegen Feuer, Blitzfchlag, Bodenfenkungen und Erderfchütterungen.

Seite

1. Kap. Sicherungen gegen Feuer . . . 112
a) Feuerficherheit der wichtigeren Bauftoffe und Baukonftruktionen . . . 113
b) Feuerlöfcheinrichtungen . . . 135
Literatur über „Sicherungen gegen Feuer“ . . . 145
2. Kap. Blitzableiter . . . 148
Literatur über „Blitzableiter“ . . . 164
3. Kap. Sicherungen gegen die Wirkung von Bodenfenkungen und Erderfchütterungen . . . 166
a) Sicherung der Gebäude gegen Bodenfenkungen . . . 166
b) Sicherung der Gebäude gegen Erderfchütterungen . . . 175
Literatur über „Sicherungen gegen die Wirkung von Bodenfenkungen und Erderfchütterungen“ . . . 180

2. Abfchnitt:

Stützmauern und Terraffen, Freitreppen und äufsere Rampen.

1. Kap. Stützmauern . . . 182
a) Mauerftärke . . . 183
b) Konftruktion und Ausführung . . . 187
Literatur über „Stützmauern“ . . . 196
2. Kap. Terraffen und Perrons . . . 197
a) Terraffen . . . 197
b) Perrons . . . 203
3. Kap. Freitreppen und äufsere Rampen . . . 203
a) Freitreppen . . . 203
b) Äufsere Rampen . . . 219

3. Abfchnitt:

Bürgerfteige und Hofflächen, Vordächer und Kühlanlagen.

1. Kap. Befeftigung der Bürgerfteige und Hofflächen . . . 223
a) Bürgerfteige . . . 223
b) Hofflächen . . . 232
2. Kap. Vordächer . . . 233
3. Kap. Befondere Konftruktionen für Kühlanlagen . . . 247
a) Eisbehälter . . . 247
Literatur über „Eisbehälter“ . . . 265
b) Kühlanlagen mit künftlicher Kälteerzeugung . . . 266
1) Kälteerzeugung . . . 267
2) Kälteverwendung . . . 276
α) Mechanifch-technifcher Teil der Kühlanlagen . . . 276
β) Baulicher Teil der Kühlanlagen . . . 280
Berichtigungen . . . 281

Tafel bei S. 163:

Blitzableitung des Reichsbankgebäudes zu Werden a. d. R.

Digitized by Google

6. Abſchnitt.

Sonſtige Konſtruktionen des inneren Ausbaues.

1. Kapitel.

Sicherungen gegen Einbruch.

Von † Erwin Marx; neu bearbeitet von Hugo Koch.

1. Vorbemerkungen.

Von jeher waren die Menſchen beſtrebt, ihr Eigentum gegen gewaltſame oder liſtige Angriffe zu ſchützen. Die Ägypter verwahrten die Leichen ihrer Könige und die ihnen mitgegebenen Schätze im Inneren der Pyramiden in umſtändlichſter Weiſe durch ſteinerne Falltüren und lange, auf- und abſteigende, am Ende vermauerte Gänge. Griechen und Römer ſchützten ihre Tempelzellen und Schatzhäuſer durch bronzene oder mit Erz beſchlagene Türen. Die Schätze der Kirchen wurden ſchon im Mittelalter in eiſernen Truhen in den Sakriſteien oder Schatzkammern hinter ſchweren eiſernen Türen verſchloſſen. Verſchließbare Türen kannten ſchon die alten Kulturvölker. Aber trotz aller Vorſichtsmaßregeln iſt der Zweck doch auf die Dauer nur in ſeltenen Fällen erreicht worden. Pyramiden und Tempel, Truhen und Türen wurden erbrochen, die verwahrten Schätze geraubt.

Galt es früher namentlich, den Angriffen durch rohe Gewalt Widerſtand zu leiſten, ſo haben wir heutzutage, wenigſtens in ziviliſierten Ländern, unſer Augenmerk darauf zu richten, daß zwar die fortgeſchrittene Technik uns wohl mehr Mittel, unſer Eigentum zu ſchützen, an die Hand gibt, daß ſie aber auch in der ausgedehnteſten Weiſe Mittel bietet, die ſorgfältigſten Schutzvorkehrungen zu zerſtören. Alle möglichen Sicherungen nützen nichts, wenn ſie nicht aufmerkſam überwacht, wenn Zeit und Gelegenheit geboten werden, ſie zu beſeitigen. Iſt es Sache des Beſitzers, die Überwachung auszuüben, ſo iſt es andererſeits Aufgabe des Technikers, die Sicherungsvorkehrungen den zu verwahrenden Gegenſtänden angemeſſen zu treffen und die Überwachung zu erleichtern. Über das notwendige Maß dieſer Sicherungen werden die Anſchauungen je nach der größeren oder geringeren allgemeinen Sicherheit des Eigentumes verſchieden ſein. Wie nach den großen Städten die Bevölkerung, beſonders das Proletariat, wegen der ſtärkeren Ausſicht auf Verdienſt, ſtrömt, ſo ſammeln ſich auch da die Verbrecher wegen der größeren Gelegenheit für ihre Arbeit. Die Sicherheit gegen Eigentumsverbrechen iſt deshalb auf dem Lande größer als in der Stadt, in der kleinen Stadt größer als in der volkreichen. In kleinen Orten iſt man daher gegen Einbruch und Diebſtahl ſorgloſer als in den Mittelpunkten des Verkehres. Umgekehrt verleiht das Zuſammen-

Digitized by Google

wohnen von Menſchen ein größeres Gefühl der Sicherheit. An ganz einſamen Orten wird man daher ſich ängſtlicher ſchützen als da, wo mehrere Behauſungen beiſammen ſtehen.

Der großen Mehrzahl der Menſchen genügen zum Schutz ihrer Habe und ihrer Perſon gut verſchließbare hölzerne Türen unter Hinzufügen von Fenſterläden oder -Vergitterungen in den unteren Geſchoſſen der Häuſer. Der Wohlhabende, der Geſchäftsmann bedarf ſchon weitergehender Vorkehrungen; er verſchließt in der Regel ſeine Werte in feuer- und einbruchſicheren Kaſſenſchränken. Dieſe aber genügen dem Reichen, den Geld- und Bank-Geſchäftshäuſern, den Juwelieren, den großen öffentlichen Kaſſen noch nicht. Es werden beſondere Schatzräume, ſog. Treſore, von größerer oder geringerer Ausdehnung notwendig, ausgeſtattet mit allen der heutigen Technik möglichen Feinheiten in der Konſtruktion der Raumumſchließungen und -Verſchlüſſe, ſowie den ſelbſttätigen Vorrichtungen zur Kennzeichnung des Angriffes durch Unberufene, den Meldewerken.

Die Sicherheitsmaßregeln werden ſich daher in folgende Gruppen zuſammenfaſſen laſſen:

a) ſicherer Verſchluß der Verkehrsöffnungen, alſo der Türen;
b) ſicherer Verſchluß der Licht- und Luftöffnungen, alſo der Fenſter;
c) Sicherungen von Wänden, Decken und Fußböden beſonderer Räume gegen Durchbruch;
d) Anbringen von Meldewerken zur Anzeige von unberechtigten Öffnungsverſuchen der Türen und Fenſter.

Mitunter ſieht man von konſtruktiven Sicherheitsmaßregeln wohl ganz ab und verläßt ſich auf die Behütung der betreffenden Räume während der Nacht durch die öffentlichen Sicherheitsbeamten oder beſonders beſtellte Wächter, oder man verbindet mit den Sicherungen eine ſtrenge Überwachung.

In beiden Fällen iſt die helle Beleuchtung des Inneren der Räume während der Nacht notwendig, ſo daß der Wächter oder die Vorübergehenden durch das nicht mit Läden verſchloſſene Fenſter oder durch eine Öffnung im Laden beobachten können, was innen vorgeht[1]).

Es kann nicht Abſicht ſein, hier die zahlreichen Verſchluß- und Schloßkonſtruktionen der Wandöffnungen zu beſprechen, da dies an anderer Stelle dieſes „Handbuches“ (insbeſondere in Teil III, Band 3, Heft 1) bereits geſchehen iſt, weswegen auch die gewöhnlichen Verſchlußvorrichtungen nicht einmal erwähnt zu werden brauchen. Es handelt ſich hier darum, eine Überſicht der beſonderen Sicherungsmittel zu bieten und etwa einzelne Konſtruktionen, die ſonſt nicht zur Beſprechung gelangen würden, wie z. B. die Vergitterungen der Fenſter, die Konſtruktion der Treſore etc. näher zu erörtern.

a) Sicherungen des Verſchluſſes der Türöffnungen.

Die Türen können gegen Einbruch geſichert werden:

1) durch Wahl feſten Materials und feſter Konſtruktion für Türgeſtelle und Türflügel oder durch Verkleidung eines weniger feſten Materials durch ein feſteres;
2) durch Sicherheitsverſchlüſſe.

1) Sicherung durch Material und Konſtruktion der Türen.

2. Holztüren.

Die meiſt üblichen geſtemmten Holztüren bieten der Zerſtörung wenig Widerſtand; die eingeſchobenen Füllungen ſind bald herausgeſchnitten. Deswegen macht

[1]) *G. H. Chubb* gibt (in: *Building news*, Bd. 28, S. 163) folgende ſechs Vorſichtsmaßregeln an, um ſich vor Diebſtahl zu bewahren: 1) Sei vorſichtig in der Wahl der Dienſtboten, welche oft die Verbündeten oder Werkzeuge der Einbrecher ſind. 2) Habe Spiegelglas in allen Fenſtern, weil dieſes nicht geräuſchlos, wie Scheibenglas, zerbrochen werden kann. 3) Verſieh alle vom Erdboden aus erreichbaren Fenſter und Öffnungen mit ſtarken Gitterſtäben, welche in den Stein oder in das Backſteinmauerwerk eingreifen und nicht weiter als 5 Zoll voneinander entfernt ſind, ſowie alle Fenſter der oberen Stockwerke mit *Hopkinſon*'s oder *Dawes*' Patentverſchlüſſen, welche wohlfeil und feſt ſind und nicht von außen geöffnet werden können. 4) Halte einen, wenn auch kleinen Hund im Inneren des Hauſes. 5) Habe eine Anzahl von Glocken an den Läden, elektriſche Leitungen oder andere Klimpereien, ſetze aber kein Vertrauen in dieſelben. 6) Laſſe ſo wenig als möglich wertvolle Sachen umher liegen.

Digitized by Google

man ſchon gewöhnliche Haustüren aus ſtärkerem und gern auch aus feſterem Holz, z. B. aus Eichenholz, und konſtruiert ſie mit überſchobenen Füllungen. Noch mehr Sicherheit bieten die bei den mittelalterlichen Kirchenbauten zur Anwendung gelangten genagelten Türen. Über alle dieſe Türarten ſiehe Näheres in Teil III, Band 3, Heft 1 (Art. 191, S. 151 ff.[2]) dieſes „Handbuches“.

Bei einfachen Ausführungen entſprechen den inneren Querleiſten außen aufgenagelte oder mit Schraubenbolzen befeſtigte Schienenbänder, die um den Rand des Türflügels umgekröpft ſind und auf den an der inneren Seite der Türgewände befeſtigten Türhaken in Öſen hängen (Fig. 1). Bei Steingewänden müſſen die Türhaken in ein größeres Werkſtück eingelaſſen und vergoſſen, in Backſteinmauerwerk aber eingemauert werden. Die geſchmiedeten Nägel zur Befeſtigung der Bänder werden auf der Innenſeite umgenietet.

In der Regel liegen die Schienenbänder an der Innenſeite auf den Leiſten. Ihnen entſprechen dann außen die Zierbänder, welche die umgenieteten Nagelſpitzen der erſteren verdecken. Sie ſelbſt werden durch Schraubenbolzen, deren Muttern innen liegen, mit den Schienenbändern verbunden. Außerdem werden

Fig. 1.

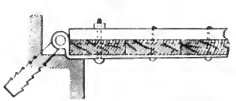
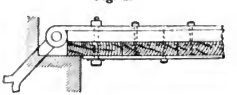


Fig. 2.



Genagelte Holztüren. — 1/15 w. Gr.

ſie noch durch Nägel befeſtigt, die aber, da ſie gegen die inneren Bänder ſtoßen, nicht umgenietet werden können (Fig. 2). Siehe hierüber auch das oben genannte Heft dieſes „Handbuches“ (Art. 263, S. 252 ff.[3]).

Dieſe Zierbänder führen ihren Namen von der reichen dekorativen Wirkung, welche mit ihnen zu erzielen iſt. Wenn ſie aber, was häufig der Fall, die Fläche der Türflügel in ihrer ganzen Ausdehnung ziemlich gleichmäßig überdecken, ſo haben ſie nicht bloß eine Bedeutung als Zierde, ſondern bilden auch eine weſentliche Verſtärkung der Tür. (Siehe hierüber im gleichen Hefte Fig. 514, 519 u. 521 S. 246, 249 u. 250[4]).

Der Rand der Türflügel wird oft durch einen um die Kante gelegten und nach einer blattartigen Zeichnung ausgeſchnittenen Blechſtreifen geſichert. Die Leiſten auf der Innenſeite können auch zu einem regelmäßigen Rahmenwerk ausgebildet werden.

Beſtehen die Türen aus einer doppelten Bohlenlage, ſo können die Hängebänder eine ähnlich reiche Ausbildung erhalten wie die Zierbänder[5]).

Die Sicherung wird zum Hauptzweck bei denjenigen Holztüren, die äußerlich in ihrer ganzen Fläche mit ſich kreuzenden Eiſenbändern in der Weiſe belegt

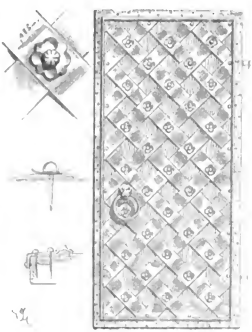
[2]) 2. Aufl.: Art. 107, S. 152 ff.
[3]) 2. Aufl.: Art. 271, S. 255 ff.
[4]) 2. Aufl.: Fig. 534, 539 u. 541, S. 249, 252 u. 253.
[5]) Näheres über dieſe Türkonſtruktion findet man u. a. in: Ungewitter, O. Lehrbuch der gotiſchen Konſtruktionen. Leipzig 1875. – Ungewitter, O. Vorlegeblätter für Holzarbeiten. 2. Aufl. Glogau. – Viollet-le-Duc, E. *Dictionnaire raiſonné de l'architecture etc.* Bd. VIII. Paris 1866. (Artikel *„Serrurerie“*).

Digitized by Google

werden, daß zwiſchen denſelben quadratiſche oder rautenförmige Holzflächen ſichtbar bleiben. An den Kreuzungsſtellen ſind die Eiſenbänder übereinander gekröpft und durch mit Roſetten gezierte Nägel befeſtigt (Fig. 3[3]).

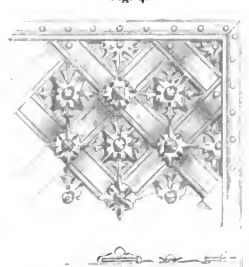
Eine weitere Verzierung und Verſtärkung wird durch Aufſetzen von Roſetten oder anderen paſſenden Ornamenten auf die freien Holzflächen (Fig. 4[4]) erzielt.

Fig. 3.



Vermehrte Sicherheit ergibt ſich durch Verkleidung der ganzen Holzfläche mit Metallplatten (im Mittelalter oft reich ſkulpierte Bronzeplatten). In der Regel wird dazu Eiſenblech verwendet. Im Mittelalter konnte dieſes nur in kleinen Stücken durch Hämmern hergeſtellt werden, weshalb zu einer derartigen Verkleidung zahlreiche Teile notwendig wurden, die man entweder in wagrechten, lambrequinartig ausgeſchnittenen Streifen ſich überdecken ließ oder in rechteckigen Stücken aneinander nietete. Eine Verſtärkung fand dann noch auf der Fläche und am Rande durch aufgelegte Eiſenbänder ſtatt (Fig. 5[7]). Siehe auch Teil III, Band 3, Heft 1 (Art. 233, S. 209[8]) dieſes „Handbuches“.

Fig. 4.



Gegenwärtig macht die Beſchaffung größerer Bleche keine Schwierigkeiten, und daher wird auch, wo es angeht, der Überzug aus einem Stück hergeſtellt und ſo oft als nötig aufgenagelt. Verſtärkungen durch Schienen werden in ähnlicher Weiſe wie früher angeordnet. Nach dem deutſchen Reichspatent Nr. 99446 ſtellt *Spengler* in Berlin Türen aus zwei Metallplatten her, die mittels dazwiſchen befeſtigter Holzklötze miteinander verbunden ſind (Fig. 6[9]). In den einzelnen Abbildungen *a* bis *g* ſind verſchiedene Möglichkeiten der Ausführung gegeben, wobei das Schloß *f* und die Kantenriegel *g* wie an den Holztüren angebracht werden. Die einzelnen Bleche und Ziereiſen werden mit gewöhnlichen Holzſchrauben befeſtigt. Bei *e* iſt das Anſchlagen der Bänder angedeutet; *b* zeigt das Anbringen etwaiger Verglaſung; *a* und *d* ſtellen zweierlei Anſchläge dar.

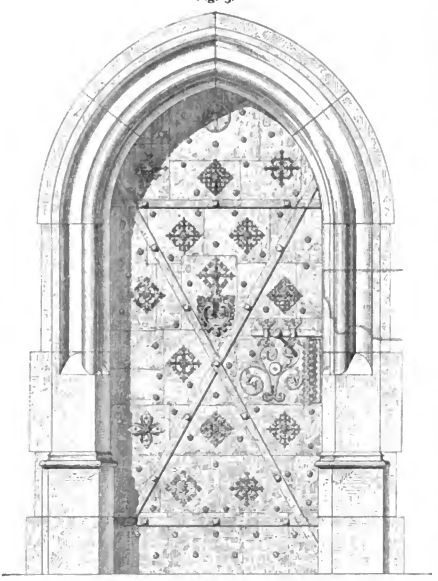
Mit Eiſen beſchlagene Holztüren[4]).

Noch eine Armierung der Holztüren mag erwähnt werden, welche im Mittelalter und namentlich in der Renaiſſancezeit häufig zur Anwendung gelangte, aber

[3]) Fakſ.-Repr. nach: Viollet-le-Duc, a. a. O., Bd. IX. Paris 1867. S. 352, 353.
[7]) Fakſ.-Repr. nach: Publikationen des Vereines „Wiener Bauhütte“, Bd. XI.
[8]) 2. Aufl.: Art. 241, S. 212.
[9]) Fakſ.-Repr. nach: Centralbl. d. Bauverw. 1899. S. 60.

Digitized by Google

Fig. 5.



Sakriſteitür der *St. Leonhards*-Kirche in Tamsweg[7]).
1/20 w. Gr.

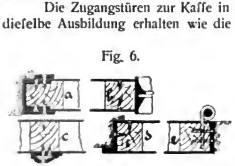
auch heute noch mitunter, z. B. bei Haustoren, Verwendung findet und darin beſteht, daß die äußeren Holzflächen mit mehr oder weniger reich gebildeten großen Nagelköpfen in großer Zahl nach beſtimmten Muſtern beſetzt werden. (Siehe z. B. Fig. 267, S. 137 oder 2. Aufl. Fig. 283, S. 138 des wiederholt genannten Heftes.)

Auch die gewöhnlichen geſtemmten Türen hat man gegen Einbruch ſicherer zu machen geſucht, indem man die eingeſchobenen Holzfüllungen durch ſolche aus Eiſen- oder Stahlblech erſetzte. Das Anſehen der gewöhnlichen Holztüren bewahrte man durch Aufleimen von Furnieren auf das Eiſenblech.

Die tief gefalzten Rahmen ſind dabei mindeſtens 4,5 bis 5,0 cm ſtark und von hartem Holz zu machen. Zu den Füllungen nimmt man 1,5 bis 2,0 mm ſtarke Stahlblechtafeln oder 2 bis 3 mm ſtarke Keſſelblechtafeln, welche an den Rändern durchlocht und in den Rahmen durch Stifte befeſtigt ſind. Das Herausſchneiden der Füllungen mit gewöhnlichen Werkzeugen iſt unmöglich und jeder Verſuch dazu mit ſtarkem Lärm verbunden[10]).

Die Zugangstüren zur Kaſſe in der Techniſchen Hochſchule zu Berlin-Charlottenburg ſollten dieſelbe Ausbildung erhalten wie die benachbarten Türen. Dies wurde dadurch erreicht, daß auf eine 3 mm ſtarke Stahlblechtafel, welche den eigentlichen Türflügel bildete und deshalb auch das Schloß und die Türbänder trug, die Holzverkleidung an beiden Seiten in derſelben Ausbildung wie bei den anderen Türen aufgeſchraubt wurde. Dieſe Kaſſentüren unterſcheiden ſich deshalb in keiner Weiſe von den übrigen, nur daß ſie erheblich ſchwerer und aus dieſem Grunde auch etwas weniger leicht beweglich ſind.

Fig. 6.



Metallplattentüren auf Holzgerüſt[9]).
1/10 w. Gr.

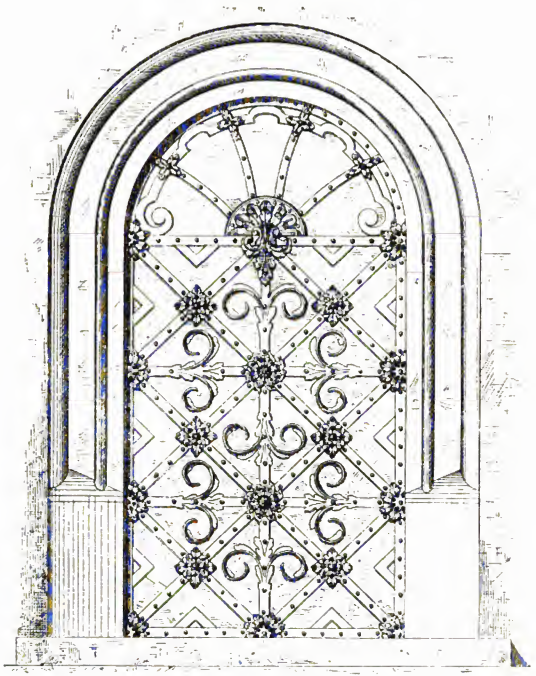
Bei den ſchweren armierten Türen werden gewöhnlich die zur Verſtärkung angewendeten Querſchienen zugleich auch als Bänder benutzt,

[10]) Nach: Deutſches Baugwksbl. 1889, S. 485.

Digitized by Google

oder man bedient lich der Kreuzbänder oder läßt die Türen unten in Zapfen gehen. Namentlich die letztere Anordnung iſt für ſchwere Türflügel zu empfehlen, weil man dabei der Schwierigkeit der unwandelbaren Befeſtigung der Türhaken in den Gewänden zum Teile entgeht; der obere Türhaken hat die Tür nur im lotrechten

Fig. 7.



Eiſerne Tür vom „Grünen Gewölbe“ in Dresden[11]).
1/20 w. Gr.

Stande zu erhalten. Am beſten iſt dabei jene Anordnung, bei welcher um die unteren Eckkanten des Türflügels ein ſtarkes Winkelband mit einer Pfanne gelegt iſt, welcher ein in einen Granitwürfel oder in die Steinſchwelle eingelaſſener Körner (oben abgerundeter verſtählter Zapfen) oder Stahlkegel entſpricht. (Siehe

[11]) Fakſ.-Repr. nach: Ortwein, A. Deutſche Renaiſſance. Bd. II, Abt. XV: Dresden. Leipzig 1871–75. Taf. 15.

Digitized by Google

auch Teil III, Band 3, Heft 1 [Fig. 490, S. 231 und Art. 274, S. 259] dieſes „Handbuches“ [12]).

Als Türhaken, die immer auf der dem Angriffe nicht ausgeſetzten Seite anzubringen ſind, verwendet man in der Regel Stützhaken, welche, wenn ſie in Mauerwerk greifen, zu einem Anker mit eingemauertem Splint verlängert werden können. Die Bänder ſollten auch eine Sicherung dagegen erhalten, daß ſie von außen durch unter die Tür geſchobene Brechſtangen nicht ausgehoben werden können. (Siehe auch im gleichen Hefte Art. 263, S. 252 [13]).

Der Gang der ſchweren Türen wird erleichtert, wenn zwiſchen oberer und unterer Bandhülſe ein Zwiſchenraum gelaſſen wird. Dies iſt leicht durch Einſchrauben eines Dornes in die obere Bandhülſe zu erzielen, welcher den Dorn des Türhakens berührt. Verbeſſert kann dieſe Einrichtung noch dadurch werden, daß der obere Dorn eine verſtählte Spitze erhält, die ſich in einer Pfanne des unteren bewegt [14]).

Fig. 8.

Tür aus Eiſenblech mit *Mannſtädt*ſchen Ziereiſen. 1/10 w. Gr.

3. Türen aus Eiſenblech.

Gegen Einbruch ſicherer als die armierten Holztüren ſind die ganz aus Metall hergeſtellten. Aus früheren Architekturepochen ſind uns Beiſpiele von ganz aus Bronze gegoſſenen Türflügeln mehrfach erhalten geblieben. Wie dies aber auch ehedem der Fall war, ſo werden ſo koſtbare Konſtruktionen heutzutage nur an beſonders hervorragenden Gebäuden angewendet. Für gewöhnlich begnügt man ſich mit dem billigeren Eiſen, deſſen ausgedehnter Anwendung jetzt nicht mehr die Schwierigkeiten wie früher entgegenſtehen. Für unſeren Zweck iſt das ſonſt ſo bequeme Gußeiſen aber nicht brauchbar, weil es infolge ſeiner Kurzbrüchigkeit gewaltſamen Angriffen nicht genügend Widerſtand leiſtet und namentlich bei Froſt leicht durch Stöße zertrümmert werden kann. Man bedient ſich deshalb zu Türen, welche Sicherheit bieten ſollen, der ſtärkeren Bleche (Keſſelbleche bis zu 1 cm Dicke). Man befeſtigt dieſelben zur Verſtärkung der Konſtruktion auf einem Gerippe von Eiſenſchienen, das entweder aus Flacheiſen oder beſſer aus Winkel- oder **T**-Eiſen hergeſtellt wird. Dieſe Verſtärkung wird in der Regel nicht bloß als Rahmen an den Kanten der Tür angebracht; ſondern die ganze Türfläche wird in eine Anzahl rechtwinkeliger oder ſchiefwinkeliger Felder zerlegt, und dies mitunter auf beiden Türſeiten.

Eine derartige, dekorativ ausgebildete Tür vom „Grünen Gewölbe“ im Königl. Schloß zu Dresden iſt in Fig. 7 [11]) mitgeteilt. Die neueren Türen beſtehen nach Fig. 8 aus einem feſten Rahmenwerk, welches man aus Winkel-, **[**- und **T**-Eiſen herſtellt und durch Bleche, Zier- und Leiſteneiſen verdeckt, von denen die bekannten *Mannſtädt*ſchen Walzwerke eine ſo reiche Auswahl zur Verfügung ſtellen. Beiſpiele ſolcher Türen ſiehe im häufig genannten Heft dieſes „Handbuches“ (2. Aufl. Art. 257, S. 232).

Hier ſind auch die in neueſter Zeit von *A. Schwarze* in Bielefeld hergeſtellten doppelwandigen, gepreßten und gefalzten Türen zu nennen, von denen Fig. 9 ein Bild gibt. Dieſelben beſtehen aus zwei Flußſtahlplatten, die an den Seiten gefalzt und an den Anſichtsflächen bombiert ſind. Nietungen ſind möglichſt vermieden. Der Zwiſchenraum zwiſchen beiden Blechen kann, um den durch die

[12]) 2. Aufl.: Fig. 510, S. 234 u. Art. 282, S. 262.
[13]) 2. Aufl.: Art. 271, S. 255.
[14]) Siehe Teil III, Bd. 3, Heft 1 dieſes „Handbuches“ (Art. 269 bis 271, S. 256, ff. [2. Aufl.: Art. 277 bis 279, S. 258 ff.]).

Digitized by Google

Tür abzuſchließenden Raum auch gegen Feuersgefahr zu ſchützen, mit Asbeſtzement, Kieſelguhr und dergl. ausgefüllt werden. Zum Schutz gegen Roſten werden die Türen mit Ölfarbe angeſtrichen oder auch zuvor verzinkt. Durch Beſetzen mit Zierleiſten läßt ſich ein reicherer Schmuck erzielen, ſo daß ſie noch mehr Ähnlichkeit mit den gewöhnlichen Holztüren erlangen, wie dies ſchon bei dem durch Fig. 9 erläuterten Beiſpiel der Fall iſt. Vorzüge dieſer Türen ſind hauptſächlich ihre Leichtigkeit und die Möglichkeit des Anbringens jeder Sicherheitsvorrichtung im Inneren.

Bei zweiflügeligen Türen bildet eine der lotrechten Schienen zugleich die Schlagleiſte. Die Aufhängung der Türflügel erfolgt in derſelben Weiſe wie bei den hölzernen Türen; nur wird man ſich bei gemauerten Gewänden mit Vorteil eiſerner, aus Flach- oder Winkeleiſen hergeſtellter, mit angenieteten Lappen im Mauerwerk befeſtigter Zargen bedienen.

Fig. 9.

Doppelwandige Tür von *A. Schwarze* in Bielefeld. 1/50 w. Gr.

4. Türen aus Eiſen und Stahl.

Der größeren Sicherheit wegen verwendet man anſtatt Eiſenblech *Siemens-Martin*-Stahlplatten, weil der weichere Stahl den neueren Bohrinſtrumenten nicht widerſteht.

Vortrefflich ſind die Compound- oder Verbundpanzerplatten, welche aus abwechſelnden Schichten von weichem Eiſen oder Stahl und ſolchen aus härteſtem Stahl beſtehen. Gewöhnlich werden drei, ſeltener nur zwei Schichten angewendet — die beiden äußeren von weichem Schweißeiſen, die mittlere von Stahl — welche man aufeinander ſchweißt und walzt. Durch dieſes Verfahren wird die Härte des letzteren Materials und die Elaſtizität und Zähigkeit des erſteren zu Eigenſchaften eines einzigen Stückes gemacht, und der glasharte Stahl bietet Widerſtand gegen Zerſchlagen und Zertrümmern, während die einfachen Panzerbleche, welche dadurch hergeſtellt werden, daß gewöhnliche Eiſenbleche mittels Kali eine harte Haut erhalten, keine genügende Sicherheit bieten, weil jene harte Schicht völlig unregelmäßig iſt. *Chatwood* in England fabriziert auch Platten in der Weiſe, daß er zwei eiſerne Bleche zuſammennietet und zwiſchen dieſelben in eingehobelte Nuten ein ſehr hartes Metall gießt, welches das Anbohren faſt unmöglich machen ſoll. Die Bearbeitung derartiger oder der Verbundplatten iſt ſehr ſchwierig, ſo daß z. B. Löcher nur in der Fabrik vor dem Härten gebohrt werden können.

Als zweckmäßigſte Materialien für Eiſen-Stahlplatten galten engliſches und ſteieriſches Schmiedeeiſen und engliſcher oder franzöſiſcher Stahl. Heute werden dieſelben in vorzüglichſter Weiſe in weſtfäliſchen Werken gewalzt.

In Nordamerika ſcheinen jetzt vielfach ſolche Platten mit Hilfe von Chrom-

Digitized by Google

ſtahl hergeſtellt zu werden. Gewöhnlich werden zwei Schichten von Chromſtahl abwechſelnd mit drei Schichten aus Eiſen zuſammengeſchweißt [15]).

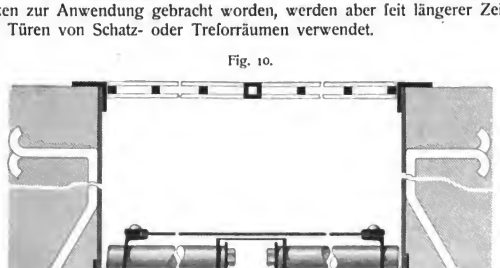
Durch den Zuſatz von Chrom zum Stahl wird die Härte desſelben erhöht [16]).

5. Kaſſenſchrank-türen.

Mit dem Bedürfnis nach größter Sicherheit gegen Einbruch verbindet ſich in der Regel das nach Feuerſicherheit. Deshalb werden Maßregeln für beide Zwecke ſehr oft vereinigt zur Anwendung gebracht. Dieſe ergänzen ſich nicht nur häufig, ſondern unterſtützen ſich auch inſofern, als manche Vorkehrungen, die beſonders im Intereſſe des einen Zweckes erforderlich ſind, auch für den anderen eine Erhöhung der Sicherheit bieten. (Siehe auch Abt. V, Abſchn. 1, Kap. 1: Sicherungen gegen Feuer.)

Solche Konſtruktionen ſind zunächſt bei den Kaſſen- und Dokumentenſchränken zur Anwendung gebracht worden, werden aber ſeit längerer Zeit auch für die Türen von Schatz- oder Treſorräumen verwendet.

Fig. 10.



Treſortür.
1/10 w. Gr.

Mittel, welche nach beiden Richtungen, ſowohl gegen Feuer als gegen Einbruch, Genüge leiſten, ſind, wenn wir vorerſt von der Beſprechung der Schlöſſer, Riegel und Schlüſſel abſehen: doppelte Wandungen mit einem ſchlechten Wärmeleiter als Füllmaſſe, möglichſt luftdichter Verſchluß und ſorgfältigſte Herſtellung.

Als beſte Füllmaſſe gilt Holzaſche (Lindenaſche). Doch werden an Stelle derſelben auch andere Materialien verwendet, von denen aber nur Kieſelguhr oder Diatomeenerde einen Erſatz für erſtere bieten kann; letztere übertrifft alle anderen Stoffe an geringer Wärmeleitungsfähigkeit [17]). In England verwendet man ziemlich allgemein mit Alaun vermiſchtes Mahagoni-Sägemehl.

Durch einfache, ſehr dicke Metallwandungen wird wohl ein hoher Grad von Sicherheit gegen Einbruch erzielt werden können, aber keine Feuerſicherheit, weil ſie die Wärme ſtark anſammeln und nach innen leiten. Deshalb können dicke Wandungen auch bei Verdoppelungen ſchädlich wirken, wenn die Füllmaſſe nicht in genügender Dicke angewendet wird. Für die äußere Wand genügt in der Regel eine Stahlplatte von 1 cm Dicke, welche für kleine Kaſſen auf 7 bis 8 mm er-

[15]) Von den *Chrome Steel Works*, Brooklyn, N. Y. (Vergl. *Building*, Bd. 6, *Trade Suppl.*, Nr. 21, S. 2.)
[16]) Siehe: Lebebur, A. Eiſen und Stahl. Berlin 1890, S. 62, 93. – Centralbl. d. Bauverw. 1890, S. 247.
[17]) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1889, S. 332.

Digitized by Google

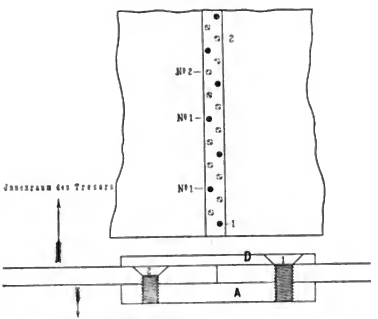
mäßigt werden kann. Mit Einrechnung der Füllungsdicke ergibt sich eine Türstärke von 8 bis 11 cm. Für große Tresore werden jedoch Compound- oder Verbundpanzerplatten benutzt, welche allein eine Stärke von 3 cm haben, so daß die ganze Tür eine solche von 15 cm erhält.

Ein möglichst luftdichter Verschluß sichert sowohl gegen das Eindringen der Hitze, als auch gegen das Ansetzen von Brechwerkzeugen und das Einführen von Sprengmassen. Ein solcher Verschluß ist nur zu erzielen, wenn auch die Türgewände von Eisen hergestellt werden; er wird verbessert durch die *Chatwood*'sche Methode der Herstellung der Rahmenschmalseiten und der entsprechenden Gewändeflächen in S-förmigem Profil, noch mehr jedoch durch treppenartige Abstufungen, wie sie die Aktien-Gesellschaft „Panzer" in Berlin bei ihren Tresorbauten anwendet und wie aus Fig. 10 hervorgeht. Auch da, wo diese Profilierungsweise nicht zur Anwendung gelangt, ist der Einbruchsicherheit wegen an der Seite, an welcher die Tür gehängt ist, eine Überfalzung notwendig, da die zum Aufhängen benutzten Konstruktionsteile abgesprengt werden können. Dieser Falz muß mindestens 13 mm tief und ganz genau gearbeitet sein.

Dasselbe gilt von den mitunter an der Falzseite oder an dieser und auch an der Schloßseite zur Verstärkung angebrachten Zapfen, die in entsprechende Löcher der Gewände eingreifen. Der ganze Umfassungsmantel muß aus einem Stück gebogen sein und darf nicht aus zusammengenieteten Stücken bestehen.

Wirklichen Wert haben diese Verbindungen nur, wenn sie genau ineinander passen; dies hängt aber von der Sorgfalt

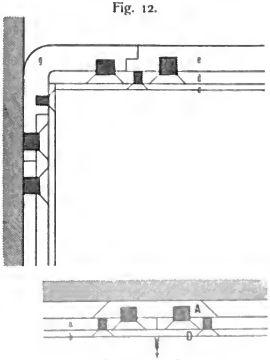
Fig. 11.



Verschraubung der Treforplatten.
1/4, bezw. 1/10 w. Gr.

A. Äußere Deckschiene. *D.* Innere Deckschiene.
Schrauben Nr. 2 können nicht herausgedreht werden, weil Schiene *D* dies verhindert, die durch Schrauben Nr. 1 mit dem Panzerkasten befestigt ist.

Fig. 12.



Verschraubung 26 mm starker Platten und Bildung der Ecken.
1/4 w. Gr.

a, d u. *e.* Compound-Panzerplatten. *b.* Innere Deckplatte. *c. Siemens-Martin*-Stahlplatte. *g.* Ecke aus Compound-Panzerplatte.
A. Äußere Deckschiene. *D.* Innere Deckplatte.

Digitized by Google

der Herſtellung ab. Konſtruktionsgedanke und Material mögen noch ſo gut ſein, ſo wird man doch mit ihnen keinen entſprechenden Sicherheitsgrad erzielen, wenn auf die Herſtellung der Konſtruktion nicht die genügende Sorgfalt verwendet wird. Dieſe Sorgfalt iſt u. a. auch auf die Nietverbindungen auszudehnen [18]). Sicherer als Niete ſind Schrauben mit etwas verſenkten Köpfen, deren vorſtehender, mit dem Einſchnitt verſehener Teil abgefeilt wird. Von der bereits genannten Aktien-Geſellſchaft „Panzer“ werden nach Fig. 11 die Verbindungen mittels Stahlſchrauben und Deckſchienen in der Weiſe ausgeführt, daß außen Schraubenköpfe überhaupt nicht ſichtbar ſind. Nach Entfernen der inneren Deckſchiene durch Abbrechen der Schraubenköpfe Nr. 1 würde man allerdings an die Verbundpanzerplatten gelangen und hier das Brechzeug anſetzen können; von außen iſt aber nur ſehr ſchwer ein Angriffspunkt zu gewinnen. Bei 26 mm ſtarker Panzerung greifen die Schrauben überhaupt nur in die ſtarken Platten ein und ſind von außen nicht ſichtbar. Dies geht aus Fig. 12 hervor, worin auch die Bildung einer Ecke erläutert iſt.

Fig. 13.

Aufhängen der Treſortür an doppelten Bändern.
1/20 w. Gr.

Ineinander greifende Türkanten und Falze müſſen ſtets geſchliffen ſein, dürfen aber nie einen Anſtrich erhalten, wenn man luftdichten Schluß erzielen will.

Schließlich mag hier noch hinzugefügt werden, daß das Eiſen, wenn es längere Zeit wirklichen Schutz bieten ſoll, gegen Roſten geſchützt werden muß. Am meiſten empfiehlt ſich die Verzinkung oder Vernickelung der Oberflächen.

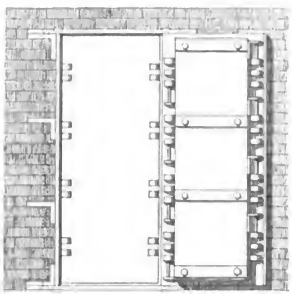
Man will die Beobachtung gemacht haben, daß ſelbſt gut angeſtrichenes ſtarkes Eiſenblech von Kaſſenſchränken, die man noch für ſicher hielt, nach 15 bis 20 Jahren durch den Roſt ſo zerfreſſen war, daß es mit einem Federmeſſer durchſtoßen werden konnte [19]).

Die beſprochenen ſchweren Türen werden hauptſächlich in zweierlei Art aufgehängt, und zwar einmal in der gewöhnlichen Weiſe (Fig. 13) unter Rückſichtnahme auf genügende Stärke und Befeſtigung der betreffenden Konſtruktionsteile. Die doppelten Bänder (Kranbandbewegung) ſind des paſſenden Eingreifens der Tür in die Treppenfalze wegen notwendig; das Einpreſſen geſchieht mittels einer Exzenterhebelvorrichtung. Meiſtens aber läßt man die Türen um untere und obere Zapfen in ſtarken Halseiſen ſich drehen, wie Fig. 10 u. 14 darſtellen, wobei aber der Drehpunkt möglichſt nach innen verlegt und außen nicht ſichtbar ſein muß. Nur ſelten konſtruiert man die Türen als Schiebetüren, die bei ſehr großem Gewicht mitunter durch Hinzuziehen hydrauliſcher Kraft bewegt werden.

[18]) Ein wertvoller Aufſatz über Kaſſenfabrikation, der oben benutzt wurde, findet ſich in: Allg. deutſche polyt. Zeitg. 1876, S. 595. – Siehe ferner: Hoch, J. Der Geldſchrankbau. Dresden 1893.
[19]) Siehe: Zeitſchr. d. öſt. Ing.- u. Arch.-Ver. 1866, S. 249.

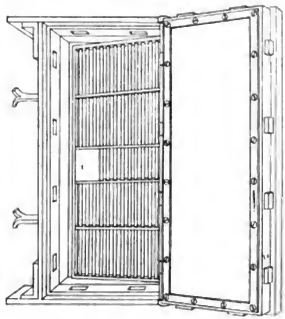
Digitized by Google

Fig. 14.



Trefortür von *Whitfield.*

Fig. 15.



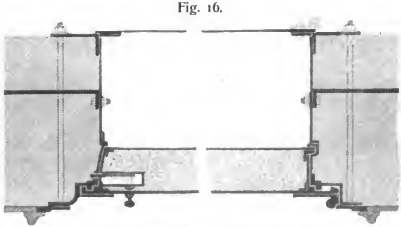
Trefortür von *Chubb & Son.*

Wie ſchon erwähnt, ſollten die Gewände von Trefortüren in Mauerwerk, des dichten Schluſſes wegen, auch immer aus Eiſen hergeſtellt werden. Dies kann auf verſchiedene Weiſe geſchehen. Man bildet entweder ein Gewände nach Art einer Blockzarge aus Eiſenplatten mit Ohren an Kopf- und Schwellſtück und mit in das Mauerwerk eingreifenden, an die Seitenteile angenieteten Winkelſtücken (Fig. 14) oder Zapfen mit Widerhaken (Fig. 10 u. 15). Oder man konſtruiert das Gewände nach Art einer Kreuzholzzarge, nur unter Verwendung von Winkeleiſen und Verankerungen derſelben, ſowie unter Hinzuziehen von eiſernen Türfuttern, äußerer Verkleidung von Eiſen und beſonderer Faſſonſtücke zur Falzbildung (Fig. 16).

Die Tür liegt entweder bündig mit der Wandfläche oder wird noch beſſer etwas hinter dieſelbe gelegt.

Die letztere Anordnung beſitzen die von *Carl Ade* in Stuttgart konſtruierten Kaſſenſchranktüren[20]). Fig. 16 zeigt die Anwendung dieſer Konſtruktion für einen gemauerten Treſor. Die außen angebrachte Kaſſenſchranktür ſchlägt in einen aus Winkeleiſen gebildeten und mit Feuerfalzen verſehenen, ringsum laufenden Türkantenfalz, welcher ebenſo wie die Türkante ſelbſt geſchliffen iſt, ſo daß dadurch ein luftdichter Schluß erzielt wird. Die Tür zeigt ferner, der Sicherheit gegen Einbruch wegen, auf der Hängeſeite den ſchon früher erwähnten Falz, welcher das Ausheben der Tür, nachdem Bänder oder Halseiſen abgeſprengt worden ſind, verhindern ſoll. Auf der Innenſeite der Türöffnung iſt eine gewöhnliche eiſerne Tür angebracht, die in der Regel während der Benutzungszeit des Treſors allein geſchloſſen wird. Die Mauerecken daſelbſt ſind ebenfalls

Fig. 16.



Treſoreingang mit Kaſſenſchranktür von *Carl Ade* in Stuttgart. 1/10 w. Gr.

[20]) Siehe: Allg. deutſche polyt. Zeitg. 1870. S. 30.

Digitized by Google

durch Winkeleiſen verwahrt, welche mit denjenigen des Türkantenfalzes verankert werden. Die Mauern zeigen die ſpäter zu beſprechende Sicherung mit hochkantig in die der Länge nach durchlaufenden Stoßfugen eingelegten Eiſenſchienen.

In ähnlicher Weiſe ſind die in Fig. 10 dargeſtellten Treſortüren der Aktien-Geſellſchaft „Panzer" konſtruiert; die hauptſächlichſten Unterſchiede liegen in der Anwendung der Treppenfalze und darin, daß der ganze Türkörper vor der Mauer vorſteht, was die Sicherheit hauptſächlich an der Stelle der Drehachſe erhöht.

Da man den neueren Geldſchrankkonſtruktionen mit Brechwerkzeugen wenig beikommen kann, ſo iſt man auf ändere Hilfsmittel verfallen, zu denen hauptſächlich Sauerſtoffgebläſe, elektriſches Bogenlicht und Thermit zu rechnen ſind.

Fig. 17.

Verſuch des Ausſchmelzens eines Geldſchrankbodenſtückes mittels elektriſchen Bogenlichtes.

Alle drei werden zum Schmelzen der Panzerplatten und hauptſächlich zur Zerſtörung der Schlöſſer benutzt. Der in einem Stahlzylinder befindliche komprimierte Sauerſtoff wird mit einer Flamme in Verbindung gebracht, wodurch eine derartige Hitze erzeugt wird, daß die von der Stichflamme berührten Eiſenteile ſchmelzen. Bei der Zerſtörung mittels elektriſchen Bogenlichtes muß der Einbrecher die Tür oder den Schrank durch einen Draht mit dem an vielen Orten vorhandenen elektriſchen Strom in Verbindung ſetzen und an einer zweiten Leitung einen Halter für Kohlenſtifte anbringen; ſobald er den Kohlenſtift mit dem Schrank in Berührung bringt, ſchmilzt das Metall ſofort tropfenweiſe, und er kann ſich auf bequemſte Weiſe aus der Wandung jede beliebige Fläche gewiſſermaßen herausſchneiden.

Das neueſte Schmelzmittel iſt Thermit, ein ſandähnliches Pulver, welches, an und für ſich nicht im geringſten feuergefährlich, ſich nur mit Hilfe von Magneſium entzündet und dann binnen einer Minute eine flüſſige Maſſe, ähnlich wie geſchmolzenes Eiſen, bildet, die eine Hitze von 2000 bis 3000 Grad entwickelt und Eiſenplatten von 10 bis 20 mm und mehr mit größter Leichtigkeit ſchmilzt. Man muß zu dieſem Zweck von der flüſſigen und kochenden Metallmaſſe einen Teil abgießen und nur das zu unterſt zurückgebliebene reine Thermit zum Schmelzen benutzen. Wird dies auf eine Eiſenplatte gegoſſen, ſo läuft die Maſſe bei geſchickter und erfahrener Handhabung durch, wie kochendes Waſſer durch eine dünne Eisſchicht.

In Fig. 17 u. 18 ſind zwei derartige Verſuche der Aktien-Geſellſchaft „Panzer" in Berlin ſowohl mit elektriſchem Licht, wie auch mit Thermit dargeſtellt. Bei

Digitized by Google

erfterem handelt es fich um einen mehrftündigen Einbruchsverfuch, der fchließlich durch das fogleich zu befprechende Schutzmittel gänzlich vereitelt wurde. Bei der zweiten ift eine 20 mm ftarke Stahlplatte wiedergegeben, welche durch einen Thermitaufguß durchlöchert und zerftört wurde. Die Gefahr diefes Einbruchsmittels ift jedoch nicht fo groß, als fie nach diefer Abbildung erfcheint; denn zum Gelingen einer Schmelzung gehört große Gefchicklichkeit und Erfahrung. Bei der Entwickelung fo außerordentlicher Hitzegrade ift Thermit in gefchloffenen Räumen fehr feuergefährlich, entzündet alle daneben befindlichen brennbaren Teile und ift an lotrechten Wandungen faft gar nicht zu gebrauchen. Schmelzungen der Decke eines Geldfchrankes würden aber zugleich auch den Inhalt desfelben vernichten.

Als Sicherung gegen derartige Angriffe verwendet die oben genannte Firma granithartes Füllmaterial, welches aus verfchiedenen Stoffen, fo auch gemahlenem Glas, zufammengefetzt, durch Hammer und Meißel nicht zu befeitigen und unverbrennbar ift, fomit nicht nur gegen elektrifche und Thermitfchmelzung ein unüberwindliches Hindernis bildet, fondern auch die fonftige Einbruchs- und Feuerficherheit erhöht. Diefe Maffe kann auch bei Trefortüren eines älteren Syftems angebracht werden.

Fig. 18.

Verfuch des Ausfchmelzens einer Panzerplatte mittels Thermit.

Man follte immer danach trachten, die Außenplatten der Türen und Geldfchränke mäßig ftark zu halten, nur fo, daß die Teile nicht ohne weiteres aufgebrochen werden können. Die höchfte Einbruchsficherheit ift durch die Verftärkung der inneren Wandung zu erzielen, und vor allem müffen die Schlöffer durchaus ficher gegen Anbohren u. f. w. gefchützt werden. Der Angriff auf einen ftarken Innenkaften ift, felbft wenn der äußere erheblich befchädigt ift, außerordentlich fchwierig und faft immer erfolglos.

6. Gittertüren.

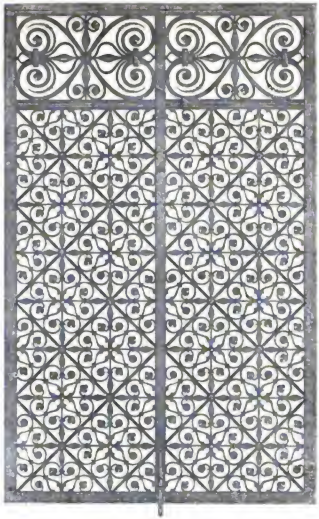
Oft kann es erwünfcht fein, einen ziemlich ficheren Verfchluß einer Türöffnung zu haben, welcher jedoch den Einblick in den zu verwahrenden Raum geftatten oder der Luft und dem Licht ungehinderten Zutritt belaffen oder wohl auch, wie bei Treforanlagen, der öfteren Benutzung am Tage wegen, einen leichteren interimiftifchen Erfatz für die fchwere Kaffenfchranktür bieten foll (fiehe Art. 5, S. 12). Für diefe Zwecke empfehlen fich Gittertüren, wegen deren Konftruktion auf den Teil III, Band 3 diefes „Handbuches“ zu verweifen ift. Angeführt mag jedoch werden, daß es bei den hier in Betracht kommenden Konftruktionen wefentlich auf Feftigkeit ankommt (vergl. hierüber das in Fußnote 1 und fpäter über Fenftergitter Gefagte) und daß die Vergitterung eine engmafchige fein muß.

Daß uns frühere Zeiten für folche Gittertüren fchöne Vorbilder bieten, beweift die in Fig. 19[21]) mitgeteilte, dem XV. Jahrhundert entftammende Tür aus der Kathedrale von Rouen.

[21]) Fakf.-Repr. nach: Gailhabaud, J. *L'architecture du Ve au XVIIe ſiècle etc.* Bd. 2. Paris 1870. Pl. 57.

Digitized by Google

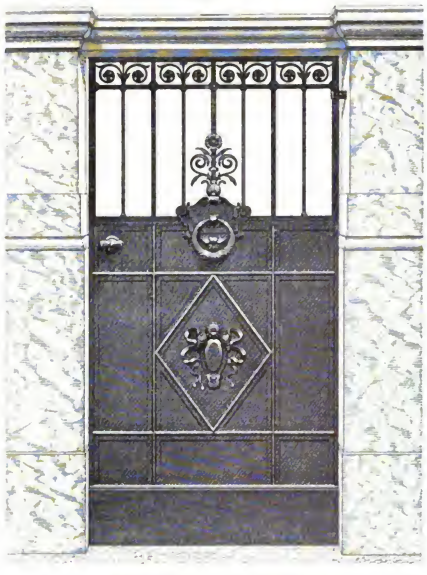
Fig. 19.



Tür des] Lettners]
in der Kathedrale zu Rouen[21].

1/50 w. Gr.

Fig. 20.



Tür aus Eisenblech und Gitterwerk[22].

Digitized by Google

Gußeifen ift bei Vergitterungen, welche einigermaßen Sicherheit bieten follen, felbftverftändlich auszufchließen.

Oft werden die eifernen Türen auch als Kombinationen von Blech- mit Gitterwerk ausgeführt. Hierfür ein von *v. Ferftel* erfundenes Beifpiel in Fig. 20[22]).

2) Sicherheitsverfchlüffe.

7. Nachtriegel.

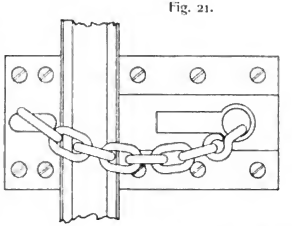
Die Vorrichtungen zum Verfchließen der Türen wurden bereits in Teil III, Band 3, Heft 1 diefes „Handbuches“ ausführlich behandelt, fo daß wir uns hier auf kurze Darftellung einiger befonderer Vorkehrungen befchränken können.

Zu folchen befonderen Vorkehrungen gehören die Nachtriegel, die entweder in Verbindung mit den Schlöffern ftehen oder unabhängig von diefen an den Türen angebracht werden können. Charakteriftifch für diefelben ift, daß fie durch Vorfchieben und nicht durch Schlüffel bewegt werden, fowie daß fie nur von einer Seite zugänglich find. Sie können daher nur dann zur Sicherung benutzt werden, wenn der Bewohner des Raumes im Inneren desfelben fich aufhält. (Siehe hierzu auch die in oben genanntem Hefte [2. Aufl., Art. 324, S. 284] erwähnten Riegel.)

8. Türfperrer.

Dasfelbe gilt von den Sicherheitsketten, welche in den größeren Städten häufig an den Vorzimmertüren zur Anwendung gelangen, namentlich um fich gegen die Zudringlichkeit von Bettlern und Strolchen zu fchützen; doch leiften fie auch gegen Einbruch gute Dienfte, da fie nach erfolgtem Aufsperren des Schloffes erft zerftört werden müffen, ehe die Tür geöffnet werden kann.

Fig. 21.



Sicherheitskette[23]). — etwa 1/5 w. Gr.

Die Sicherheitsketten müffen fo angebracht fein, daß fie fich nur bei vollkommen gefchloffener Tür aushängen laffen und vollftändig gefpannt find, wenn man die Tür auf höchftens 2 cm öffnet; auch dürfen fie dann durch kein in den Spalt eingefchobenes Werkzeug ausgelöft werden können.

Eine zweckmäßige Anordnung zeigt Fig. 21 [23]).

An dem für gewöhnlich feftftehenden Türflügel ift eine Platte mit Öfe angebracht, an welcher eine kurze, aber ftarke Kette hängt. Diefe hat am anderen Ende eine geftielte Kugel, deren Stiel unmittelbar an der Kugel rechtwinkelig umgebogen ift. Wenn die Kette eingehängt werden foll, wird die Kugel in ein am beweglichen Türflügel befeftigtes, halb zylindrifches Rohr durch eine Öffnung gefteckt. Diefes ift mit einem Schlitz verfehen, worin fich der Stiel der Kugel beim Öffnen der Tür ein kurzes Stück verfchieben kann. Der Schlitz muß wagrecht liegen; bei lotrechter Stellung desfelben würde die Kette leicht mit einem Stäbchen ausgehängt werden können.

Die Kette kann auch durch eine in einer Führung gleitende Stange erfetzt werden, wie bei dem „*Osmond*-Sicherheitsriegel“ (Fig. 22 [24]).

Wird der Riegel ganz in den am Türgewände oder am feften Türflügel befeftigten Schließ-

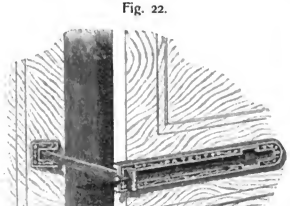
[22]) Fakf.-Repr. nach: Blätter f. Kunftgwbe., Bd. 7, Heft 5, Taf. 53. – Siehe auch Fig. 39.

[23]) Nach: LÜDICKE, A. Praktifches Handbuch für Kunft-, Bau- und Mafchinenfchloffer. Weimar 1878. S. 261.

[24]) Von *Mr. J. Osmond, of Thornhill Works, Lee Kent.* (Nach: *Building news*, Bd. 50, S. 863.)

Digitized by Google

Fig. 22.



Sicherheitsriegel von *J. Osmond* [24]).

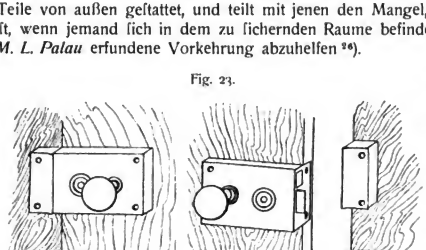
kaſten geſchoben, ſo läßt ſich die Tür bis zu 10 cm öffnen. Er bleibt im Schließkaſten feſt, bis die Tür wieder geſchloſſen iſt. Iſt er nicht ganz vorgeſchoben, ſo dient er als Nachtriegel.

Ein anderer Erſatz der Sicherheitskette iſt der in Fig. 23 [25]) dargeſtellte „Sicherheitsſchließer“, welcher aus einem am Türflügel befeſtigten Riegel mit geſpaltenem Ende und der am Gewände befindlichen, in einem Gelenk beweglichen Stange beſteht.

Will man die Einrichtung benutzen, ſo ſchiebt man den Riegel vor. Das zangenartig geſpaltene Ende desſelben greift über das Gelenk, und beim Öffnen der Tür gleitet das erſtere über die etwas ſtärkere runde Stange bis an den am Ende derſelben angebrachten Knopf, welcher das weitere Öffnen hindert. Fig. 23 zeigt die Einrichtung in geöffnetem und geſchloſſenem Zuſtande.

Dieſer Sicherheitsſchließer hat gegen die eben beſprochenen Türſperrer den Nachteil, daß der verhältnismäßig große Türſpalt das Abſchrauben eines der beiden Teile von außen geſtattet, und teilt mit jenen den Mangel, daß er nur benutzbar iſt, wenn jemand ſich in dem zu ſichernden Raume befindet. Dem ſucht die von *M. L. Palau* erfundene Vorkehrung abzuhelfen [26]).

Fig. 23.



Sicherheitsſchließer [25]).

Dieſelbe beſteht in einer verbeſſerten Form aus einer ſchräg zur Türſtehenden Sperrſtange, welche beim Verlaſſen des Raumes von außen, indem man durch den Türſpalt greift, mit der Hand in ein Sicherheitsſchloß eingelegt und dann beim Verſchließen der Tür mit feſt geſchloſſen wird. — Noch weiter wurde dieſe Anordnung dadurch verbeſſert, daß die Zahl der Sperrſtangen auf drei vermehrt wurde, welche ſämtlich durch Schließen eines Schloſſes von außen eingelegt und feſt geſchloſſen werden [27]).

Den gleichen Zweck verfolgt der von *W. Boldt & Peter Vogel* erfundene „automatiſche Patent-Türhemmer“ [28]), für den man aber einen beſonderen Schlüſſel braucht.

Nur benutzbar für jemand, der ſich im Inneren des abzuſperrenden Raumes befindet, ſind die folgenden Vorkehrungen:

a) Schloß mit Sicherheitskette von *Alphonſe Loyer* in Paris [29]), in welchem eine drehbare

[24]) Fakſ.-Repr. nach: Wiener Bauinduſtriezig., Jahrg. 2, S. 433. – D. R.-P. Nr. 30365.
[25]) Siehe: *La ſemaine des conſtructeurs*, Jahrg. 9, S. 281, 437. – *Conſtruction moderne*. Jahrg. 2, S. 22.
[26]) Siehe ebendaſ., Jahrg. 10, S. 75.
[27]) Abgebildet in: Baugwks.-Ztg. 1885, S. 3. – D. R.-P. Nr. 11631, 13858, 20334.
[28]) D. R.-P. Nr. 40336 (Auszüge a. d. Patentſchr. 1887, S. 575).

Digitized by Google

Trommel fich befindet, von welcher fich beim Öffnen der Tür eine lösbar befeftigte Kette abwickelt, deren anderes Ende in der Schließkappe, am Türgewände oder an der Türfchwelle feft oder abnehmbar angebracht ift.

β) Sicherung für Türfchlöffer von *Emil Ulbrig* in Berlin, Moabit [83]), welche das unbefugte Öffnen von Türen verhindern foll. Zu diefem Zwecke wird im Schloß auf der Innenfeite der Schlüffel ftecken gelaffen und mit dem Türdrücker durch die Sicherheitsvorkehrung fo verbunden, daß das Herausftoßen oder Drehen des Schlüffels und damit das Öffnen durch einen Dietrich oder Nachfchlüffel unmöglich gemacht ift.

γ) Türverfperrer von *Jof. Beduwe* in Aachen [84]). Derfelbe befteht in einem Keil, der bis an einen an ihm angebrachten Stift unter die Tür gefchoben wird. Mit ihm ift eine Platte um ein Scharnier drehbar verbunden, an deffen Unterfeite fich in die Dielung einzudrückende Spitzen befinden. Die Vorkehrung ift in zufammengeklapptem Zuftande in der Weftentafche zu tragen und daher auch für Reifende benutzbar.

Siehe übrigens auch das mehrfach genannte Heft (Art. 379 bis 384, S. 316 u. 317[82]) diefes „Handbuches".

9. Vorlegeftangen.

Gleichfalls in der Regel nur von einer Seite zugängliche Sicherheitsvorrichtungen find die Vorlegeftangen. Diefelben erhalten am beften rechteckigen Querfchnitt und legen fich hochkantig gegen die Tür. Gewöhnlich werden fie mit einem Ende beweglich an einem der Türgewände befeftigt und hängen in unbenutztem Zuftande frei herab. Mit dem anderen Ende legen fie fich in einen am zweiten Türgewände angebrachten Haken ein oder greifen mit einem Schlitz über eine Öfe, durch welche dann der Bügel eines Vorhängefchloffes geftreckt wird. Die letztere Einrichtung wird dann getroffen, wenn die Stange von außen vorgelegt werden muß. Das Vorhängefchloß kann zweckmäßiger durch ein in das Gewände eingelegtes Sicherheitsfchloß erfetzt werden, in welches ein an der Stange angebrachter Zapfen eingreift.

Die Stange kann man auch in ihrer Mitte an der Tür befeftigen; nur müffen dann beim Verfchließen beide Enden feft gefchloffen werden. Auch kann man mehrere folcher Stangen quer über die Tür oder eine in fchräger Richtung über diefelbe legen.

Im ganzen ift die Einrichtung etwas veraltet; doch ift neuerdings in der Konftruktion derfelben durch die *Scheidenrecht* in Berlin patentierte drehbare, von außen zu bewegende Vorlegeftange [85]) ein wefentlicher Fortfchritt gemacht worden.

Diefelbe liegt an der Innenfeite der Tür und wird von außen mit einem Schlüffel fo bewegt, daß fie fich um einen Zapfen dreht und in gefchloffenem Zuftande rechts und links in die Türgewände und in paffend angeordnete Haken hineinfchlägt. Die Bewegung erfolgt durch an der Stange angebrachte Zähne mittels eines Getriebes, welches bei Verwendung eines *Yale*-Schloffes oder *Bramah*-Schloffes direkt durch Drehung des Schlüffels in Tätigkeit tritt. Die Einrichtung kann aber auch fo getroffen werden, daß man die Stange durch einen aufzufteckenden einfachen Drehgriff dreht und die Öffnung für diefen mit dem Riegel eines Sicherheitsfchloffes, etwa eines *Chubb*fchen, verfchließt. Außer dem Stahlriegel ift noch eine weitere Sicherung vorhanden, welche die Bewegung der Stange auch nach Durchbohren des Riegels erfchwert.

Hierher gehört auch der Sicherheitsverfchluß von *Patin* [86]), welcher von außen durch einen befonderen Schlüffel bewegt wird.

Er befteht in einem Riegel, welcher an der Schlagleifte der zweiflügeligen Tür über die ganze Höhe hinweggeht und mit beliebig vielen kurzen Querleiften verfehen ift, an deren Enden fich nach unten gerichtete Stifte befinden. Beim Verfchließen bewegt fich der Riegel nach unten, wobei die erwähnten Stifte in entfprechend angebrachte Öfen eingreifen.

[83]) D. R.-P. Nr. 38504 (ebendaf., S. 143).

[84]) D. R.-P. Nr. 40248 (Auszüge a. d. Patentfchr. 1887, S. 555).

[85]) 2. Aufl.: Art. 392 (S. 323 u. 324).

[86]) Siehe: Wochbl. f. Arch. u. Ing. 1881, S. 422.

[82]) Siehe: *La femaine des conftructeurs*, Jahrg. 10, S. 32. — Etwas verändert ift diefe Einrichtung im D. R.-P. Nr. 32875. (Auszüge a. d. Patentfchr. 1885, S. 664.)

Digitized by Google

10. Vorlege-ſchlöſſer.

Das früher ſehr übliche Anlegen von Vorlegeſchlöſſern zur Vermehrung der Sicherheit der durch gewöhnliche Schlöſſer verſchloſſenen Türen kommt wegen ihrer Unbequemlichkeit und nicht genügenden Sicherung immer mehr in Abnahme.

Die Einrichtung beſteht darin, daß an der Tür eine Haſpe mit einem Langloch angebracht wird, welches über eine am Gewände befeſtigte Öſe greift, durch welche der Bügel des Vorhängeſchloſſes geſteckt wird, ſo daß ſich die Haſpe zwiſchen dieſem und dem Gewände befindet. Die Vorhängeſchlöſſer geſtatten das Öffnen der Tür nur von einer Seite her; ſie ſelbſt werden nach einem der vielen Syſteme der Sicherheitsſchlöſſer konſtruiert. (Siehe das wiederholt genannte Heft [2. Aufl.], Art. 323, S. 283 u. Art. 383 bis 386, S. 314 u. 315.)

11. Sicherheits-ſchlöſſer

Ausgedehnte Anwendung finden zur Zeit die verſchiedenen Arten der Sicherheits- oder Kombinationsſchlöſſer, die zwar gewöhnlich auch nur von einer Seite zugänglich ſind, von denen einige aber auch Abänderungen zulaſſen, welche das Öffnen von beiden Seiten geſtatten. Eingehende Beſprechung finden dieſe Schlöſſer in Teil III, Band 3, Heft 1 dieſes „Handbuches“; es genügt an dieſer Stelle daher ein Überblick über die zweckmäßigſten und gebräuchlichſten Formen und eine Ergänzung des dort Gegebenen.

Die gewöhnlichen Schlöſſer können, ſelbſt wenn ſie gut konſtruiert ſind, von einem erfahrenen Schloſſer immer mit Sperrhaken oder Hauptſchlüſſel geöffnet werden; vom Schlüſſelloch und den inneren Sicherungsteilen laſſen ſich leicht Abdrücke nehmen und nach dieſen Nachſchlüſſel anfertigen; ein gewaltſames Erweitern des Schlüſſelloches iſt ohne viel Geräuſch zu bewerkſtelligen. Eine gewaltſame Zerſtörung wird indeſſen auch bei den am ſinnreichſten und ſorgfältigſten konſtruierten Sicherheitsſchlöſſern immer möglich ſein. Viel mehr zu fürchten iſt jedoch das geräuſchloſe Öffnen mittels geſchickt angewendeter Sperrwerkzeuge, da der Einbrecher, welcher ſich an das Aufſperren eines Sicherheitsſchloſſes wagt, mit den Einrichtungen desſelben ebenſo vertraut ſein muß wie der Verfertiger ſelbſt.

Der Zweck der Sicherheitsſchlöſſer muß demnach die möglichſte Erſchwerung des geräuſchloſen Öffnens ſein; zugleich müſſen ſie aber ſelbſtverſtändlich auch einen möglichſt hohen Sicherheitsgrad gegen gewaltſames Öffnen bieten.

Die an ein Sicherheitsſchloß zu ſtellenden Anforderungen ſind nach *Lüdicke*[25]) die folgenden: 1) Das Nehmen eines Abdruckes muß unmöglich oder doch nutzlos gemacht werden. 2) Das Einbringen von Sperrwerkzeugen muß möglichſt erſchwert werden. 3) Die Sicherungsteile dürfen nur für eine einzige, ganz beſtimmte Stellung Öffnen des Schloſſes zulaſſen, während ſie beliebig viele Stellungen einnehmen können; die Wahrſcheinlichkeit, dieſe richtige Stellung durch Verſuche zu finden, muß möglichſt gering ſein. 4) Die Sicherungsteile ſollen ſo beſchaffen ſein, daß ſie nicht leicht in Unordnung geraten. 5) Ihre gegenſeitige Lage muß ſich, wenn der rechte Schlüſſel verloren gegangen oder in unrechte Hände gekommen iſt, leicht ſo ändern laſſen, daß ſelbſt der richtige Schlüſſel nun das Schloß nicht mehr zu öffnen im ſtande iſt, aber nur das Anfertigen eines neuen Schlüſſels nötig wird, um das Schloß wieder in ſchließfähigen Zuſtand zu verſetzen. – Je nach dem erwünſchten Sicherheitsgrade müſſen alle dieſe Anforderungen erfüllt werden, oder man kann einige derſelben vernachläſſigen. Die unter 3 aufgeſtellte Bedingung enthält den Grundgedanken der jetzt ausſchließlich angewendeten Sicherheitsſchlöſſer, der ſog. Kombinationsſchlöſſer.

Zur Beurteilung des Wertes der Sicherheitsſchlöſſer iſt hier noch die Bemerkung hinzuzufügen, daß infolge ihrer ſinnreichen Einrichtung viele Schlöſſer einen ſehr hohen theoretiſchen Sicherheitsgrad beſitzen, daß aber wegen der Unmöglichkeit, alle Teile mathematiſch genau herzuſtellen und zuſammenzupaſſen, der praktiſche Sicherheitsgrad derſelben ein ſehr geringer ſein kann. Ferner iſt darauf aufmerkſam zu machen, daß man beim Verſchließen eines jeden Sicherheitsſchloſſes

[25]) Lüdicke, A. Praktiſches Handbuch für Kunſt-, Bau- und Maſchinenſchloſſer (Weimar 1878), dem wir in obigem im allgemeinen folgen. – Siehe auch: Derſelbe, Neuerungen an Sicherheitsſchlöſſern in: Polyt. Journ., Bd. 241, S. 348.

Digitized by Google

ohne weiteres zu der Überzeugung muß gelangen können, das Schloß sei wirklich verschlossen. Trotz dieser fast selbstverständlichen Bedingung bieten viele von den in neuerer Zeit patentierten Sicherheitsschlössern diese Sicherheit nicht.

Einen praktisch nur geringen Sicherheitsgrad besitzen die Buchstaben- oder Mallefchlöffer, welche überdies auch fast nur als Vorhängefchlöffer zu gebrauchen und im Dunkeln nicht zu öffnen sind. (Siehe Teil III, Bd. 3, Heft 1 dieses „Handbuches" 1. Aufl. Art. 370 S. 207 u. 2. Aufl. Art. 383, S. 314.)

Die besten Sicherheitsschlöffer unter den mit Schlüsseln schließbaren sind bis jetzt die *Chubb*-Schlöffer (siehe über dieselben das obengenannte Heft [Art. 354, S. 209 ff.][80]) dieses „Handbuches", sowohl was den bei genauer Ausführung und größerer Zahl der Zuhaltungen zu erzielenden praktischen Sicherheitsgrad betrifft, als auch mit Rücksicht darauf, daß alle einzelnen Teile leicht so genau ausgeführt werden können, daß sich Störungen vermeiden lassen. In letzterer Beziehung bilden bei den *Chubb*-Schlöffern gewöhnlicher Bauart die feinen Zuhaltungsfedern eine wunde Stelle. Einen gelungenen Versuch, jene Federn und damit auch die durch dieselben veranlaßten Störungen zu vermeiden, zeigt das von *Carl Hermann* in Nürnberg konstruierte *Chubb*-Schloß[82]), welches für Türen von Geschäfts- und Niederlagsräumen empfohlen wird. — Der allgemeineren Verwendung der *Chubb*-Schlöffer stand bisher entgegen, daß dieselben nicht leicht für Schluß von beiden Seiten eingerichtet werden können; doch ist diese Einrichtung möglich und auch auf verschiedene Weise getroffen worden.

Eine ganz befriedigende Lösung dieser Aufgabe scheint aber noch nicht vorzuliegen. Es mag hier darauf noch aufmerksam gemacht werden, daß von gewissenlosen Fabrikanten zuweilen Schlöffer in den Handel gebracht werden, deren Schlüssel durch die Zahl der Absätze darauf schließen lassen, daß das Schloß eine große Zahl von Zuhaltungen enthält, obgleich in Wirklichkeit nur eine solche vorhanden ist, welchem Betrug man nur durch Öffnen des Schlosses auf die Spur kommen kann; auch ist die Genauigkeit der Ausführung oft eine mangelhafte. (Vergl. hierzu ebenfalls jenes Heft [Art. 362, S. 303 ff.][83]).

Für sehr verschiedene Zwecke anwendbar ist *Yale*'s Sicherheitsschloss, welches zu der Gattung der Stechschlöffer gehört, von denen mancherlei Arten in neuerer Zeit auch in Deutschland patentiert worden sind. Der praktische Sicherheitsgrad der *Yale*'schen Schlöffer wird wesentlich durch die Schmalheit der Schlüssellöcher (1,0 bis 1,5 mm) erhöht, welche das Einbringen von Sperrwerkzeugen sehr erschwert. Dazu kommt noch, daß mit Ausnahme des Schlüssels alle Teile Drehungskörper sind, sich also sehr genau herstellen lassen. Für die Anwendung ist das *Yale*-Schloß wegen seiner beträchtlichen Höhe etwas unbequem, weil es sehr starke Türrahmen erfordert oder vor denselben vorsteht; auch hat die gewöhnliche Anordnung den Nachteil, daß zum Schließen von der Außenseite immer der Schlüssel gebraucht werden muß. Dies ist unbequem und führt die rasche Abnutzung von Schlüssel und Schloß herbei. Der letztere Mangel läßt sich aber durch geeignete Abänderungen beseitigen. Auch kann man mit dem Schloß einen gewöhnlichen Fallenverschluß verbinden, so daß es sich sowohl für Zimmertüren, als auch besonders für Vorzimmer- und Haustüren geeignet herstellen läßt.

Die amerikanischen Sicherheitsschlöffer, von denen es außer dem *Yale*-Schloß noch zahlreiche andere gibt, haben sich durch ihre genaue Herstellung und sinnreiche Einrichtung einen bedeutenden Ruf erworben. Beschreibungen und Abbildungen von solchen finden sich in den unten angegebenen Quellen[84]).

Ein sehr sicheres Schloß mit korkzieherartig gewundenem Stechschlüssel ist das von *G. Fuhrmann* in Berlin erfundene[85]). Dasselbe läßt das bei allen anderen Sicherheitsschlöffern anwendbare Sperrverfahren des „Fühlens" nach den den meisten Widerstand bietenden Zuhaltungen nicht zu.

---

[80]) 2. Aufl.: Art. 367, S. 306 ff.

[82]) D. R.-P. Nr. 12589.

[83]) 2. Aufl.: Art. 375, S. 310 ff.

[84]) Wochschr. d. niederösterr. Gwbver. 1866, Nr. 13.
Fink, F. Der Baufchlosser. Leipzig 1868. S. 13.
Lüdicke, A. Praktisches Handbuch für Kunst-, Bau- und Maschinenschlosser. Weimar 1878. S. 310.
Polyt. Journ., Bd. 180, S. 187.
Eine wertvolle Abhandlung über amerikanische Schlöffer findet sich unter *„Builders Hardware"* in: *American architect* 1889, Bd. 25, S. 63, 87, 111, 123, 147, 183, 195. — Ebenfalls sehr beachtenswert ist die Abhandlung von *O. Ludewig & H. Steinach* „Amerikanische Sicherheitsschlöffer" in: Zeitschr. für Maschinenbau und Schlosserei 1888 u. 1889, dem Bayer. Ind.- u. Gwbebl. entnommen, auch als Sonderabdruck (München 1887) erschienen.

[85]) D. R.-P. Nr. 7228.

Digitized by Google

Das *Bramah*-Schlofs bietet vom rein theoretifchen Standpunkte aus nicht diefelbe Sicherheit, wie das *Chubb*-Schloß, weil feine Zuhaltungen von außen fichtbar find und fich leicht die Tiefe beftimmen läßt, bis zu welcher der Schlüffelbart eindringen muß, deffen Breite ohne Schwierigkeit zu ermitteln ift; außerdem werden durch den Bau feiner Teile leichter Störungen veranlaßt als bei letzterem, und es läßt fich in einfacher Weife gewaltfam öffnen. Es fand aber von jeher bei Geldfchränken Verwendung und foll deshalb hier eingehender nach dem in Fußnote 35 genannten Werke von *Lüdicke* befchrieben werden.

In Fig. 27 ift der Durchfchnitt des ganzen Schloffes gegeben, in deffen rundem Gehäufe *C* fich ein drehbarer Zylinder *Z* bewegt, deffen Seitenanficht und Grundriß in Fig. 26 u. 28 dargeftellt find. Der Zylinder hat bei *n* eine eingedrehte Nut, in welche eine geteilte Stahlplatte *p* greift,

Fig. 24.

Fig. 25.

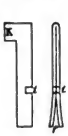


Fig. 26.

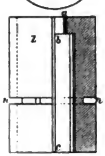


Fig. 28.

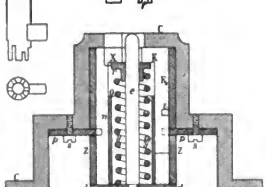


Fig. 27.

Fig. 29.

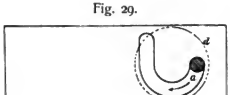
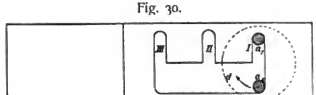


Fig. 30.



Bramah-Schloß [41]).

welche, durch Schrauben *s* mit dem Gehäufe verbunden, die Längsverfchiebung des Zylinders *Z* verhindert, der die hier „Keile" genannten Zuhaltungen birgt. Sobald fich diefe in der Totlage befinden, kann der Zylinder mittels des Schlüffels gedreht werden, was dann weiter die Verfchiebung des Riegels bewirkt.

Der Zylinder ift oben von *a* bis *b* (Fig. 28) auf Schlüffelrohrweite, von *b* bis *c* weiter ausgebohrt und unten durch den Boden *d* (Fig. 27) gefchloffen, in welchem der Schlüffeldorn *e* befeftigt ift. Ferner enthält er nach Fig. 26 fechs radial geftellte Nuten, welche ihn der ganzen Länge nach durchdringen und auch die wagrechte Nut *n* fchneiden. Diefe Nuten dienen den Zuhaltungen *F* zur Führung, welche aus zufammengebogenem Stahlblech (Fig. 25) beftehen. Geftalt und Größe find bei allen 6 Zuhaltungen gleich; fie haben fämtlich den Kopf *K* (Fig. 25 u. 27) und find bei *f* etwas umgebogen, fo daß die Enden federn und das Heruntergleiten in den Nuten des Zylinders verhütet wird. Verfchieden ift nur bei allen die Lage der Einkerbung *i*.

[41]) Fakf.-Repr. nach: Lüdicke, a. a. O., Taf. 20, Fig. 24–31.

Digitized by Google

Die Stahlplatte *p*, mit den Schrauben *s* am Zylindermantel *C* befeſtigt, greift in die Nut *n* ein und muß, damit die Zuhaltungen nicht auf ſie ſtoßen, mit entſprechenden Kerben verſehen ſein. Daraus folgt, daß das Drehen des Zylinders *Z* nur dann möglich iſt, wenn jede der 6 Zuhaltungen F_1 bis F_6 ſoweit nach unten gedrückt iſt, daß der Einſchnitt *i* der Nut *n*, ſowie der Platte *p* genau gegenüberſteht. Dieſes Herunterdrücken geſchieht durch den in Fig. 24 dargeſtellten Schlüſſel, welcher entſprechend der Zahl der Zuhaltungen und der Größe der Verſchiebung derſelben von unten nach oben gehende, verſchieden tief eingeſchnittene Nuten beſitzt, in welche beim Einführen des Schlüſſels die Zuhaltungen eingreifen. Obgleich das Drehen des Zylinders ſchon hierdurch erfolgen könnte, hat der Schlüſſel zu dieſem Zweck auch noch einen Bart, der zugleich das richtige Einführen des erſteren unterſtützt. Durch die Feder *y* mit dem Köpfchen *r* werden nach dem Herausziehen des Schlüſſels die Vorſprünge *K* der Zuhaltungen immer wieder nach oben gegen den vorſpringenden Rand des Gehäuſes geſchoben.

Das mit dem Deckel *d* feſt verbundene, lotrecht ſtehende Rohr *o* (Fig. 27) hat den Zweck, den Zuhaltungen zur Führung zu dienen und das Heraustreten derſelben aus den Nuten nach der Mitte zu zu verhindern. Bei *d* iſt der Ausſchnitt für den Schlüſſelbart angedeutet. Das Drehen des Zylinders *Z* iſt alſo nur möglich, wenn die Zuhaltungen durch den Schlüſſel ſoweit heruntergedrückt ſind, daß ihre in verſchiedener Höhe angebrachten Einſchnitte *i* ſämtlich gegenüber der Platte *p* liegen, und dann erfolgt das Verſchieben des Riegels folgendermaßen.

Der Boden *d* trägt einen zylindriſchen Zapfen *a*, welcher ſich in einem Schlitz des eintourigen Riegels (Fig. 29) bewegt. Soll der Riegel z. B. zurückgeſchoben werden, ſo wird der Stift zunächſt bei Rechtsdrehung der Scheibe *d* die halbkreisförmige Nut durchlaufen und dann beim Aufwärtsſteigen im lotrechten Teil des Schlitzes die Zurückſchiebung ausführen.

Bei der Anordnung in Fig. 30 iſt ein doppelt ſo weites Zurückſchieben des Riegels bei gleicher Größe aller Teile möglich. Unterhalb der Scheibe *d* ſind zwei Zapfen a_1 und a_2 befeſtigt, welche beim Drehen der erſteren in der Pfeilrichtung nacheinander in die Schlitze *II* u. *III* eintreten und abwechſelnd das Fortbewegen des Riegels beſorgen.

Sehr große Sicherheit und ſolide Konſtruktion beſitzt das von *Carl Ade* in Stuttgart konſtruierte Schloß[42]), deſſen Schlüſſel die Form des *Styria*-Schlüſſels zeigt und aus zwei gezahnten Platten beſteht, die ſich zum Schutze taſchenmeſſerartig zuſammenlegen laſſen. Die ſpäter[43]) daran vorgenommenen Änderungen erſchweren das unbefugte Öffnen ſehr, ſelbſt wenn der richtige Schlüſſel zur Verfügung ſteht, da derſelbe 120 Veränderungen zuläßt. Dasſelbe kann in dem mehrfach genannten Werke von *Lüdicke* nachgeſehen werden.

Die höchſte Sicherheit gegen Aufſperren ſuchen Geldſchrankfabrikanten ihren Schlöſſern zuweilen dadurch zu geben, daß ſie zwei Sicherheitsſchlöſſer gleicher oder verſchiedener Syſteme zu einem Ganzen vereinigen. Dabei iſt aber zu beachten, daß infolge des komplizierteren Mechanismus leichter Störungen eintreten können. Man findet Kombinationen vom *Bramah*-Schloß mit *Chubb*-Schloß, *Chubb*-Schloß mit *Styria*-Schloß und *Chubb*-Schloß mit *Chubb*-Schloß. Von dieſen ſoll hier nur, wegen ſeiner häufigeren Anwendung, das *Bramah-Chubb*-Schloß eingehender beſchrieben werden.

Dasſelbe kann als unaufſperrbar bezeichnet werden, weil es ſelbſt gegen gewaltſames Öffnen durch Anbohren eine große Sicherheit gewährt. Es iſt in Fig. 31, der zugehörige Schlüſſel in Fig. 32 dargeſtellt. Hiernach enthält es zwei im Querſchnitt runde Fallen F_1 und F_2, ſowie den kräftigen Hauptriegel *R*. Erſtere werden durch die ſtarken Federn *r* nach außen getrieben, deren Enden ſich gegen einen Anſatz des Fallenſchaftes und die Winkel *w* ſtützen, die zugleich zur Führung der Fallen dienen. Die Führung des zweitourigen Riegels *R* geſchieht durch den Stift *s* und wie bei den Fallen durch den Stulp. Die fünf *Chubb*-Zuhaltungen *N* drehen ſich um den Dorn *p*; s_1 iſt der mit dem Riegelſchafte vernietete Stift, welcher in den Zuhaltungseinſchnitten gleitet und ruht. Zur Seite der Zuhaltungen *N* liegt der Zylinder *Z* der *Bramah*-Einrichtung, welche in der früher beſchriebenen Weiſe durch den in Fig. 32 dargeſtellten Schlüſſel gedreht wird. Zugleich hebt ſein Bart die Zuhaltungen, bewegt aber nicht den Riegel *R*, ſondern dies erfolgt durch den Bart *a*, welcher mit dem Zylinder *Z* verbunden iſt. Zu dieſem Zwecke muß die ſteigende Zuhaltung *T* gehoben werden, welche unter dem Riegelſchaft *R* liegt und deren Umriſſlinien durch die Zahlen *1* bis *8* gekennzeichnet ſind. Sie umfaßt den Zylinder und das Gehäuſe der Bramaheinrichtung, erhält an den Stiften *s* und s_2 Führung, trägt bei *b* einen Zapfen, welcher die Stelle des Zuhaltungshakens der gewöhnlichen franzöſiſchen Schlöſſer vertritt und ſich in die Riegelkerben *I*, *II* und *III* einlegt. Die Durchbrechung der Zuhaltung *T* für den Zylinder *Z* iſt faſt kreisförmig mit dem Halbmeſſer *r*; nur bei *p* und p_1 ſind größere Auskerbungen vorhanden.

[42]) D. R.-P. Nr. 1585.

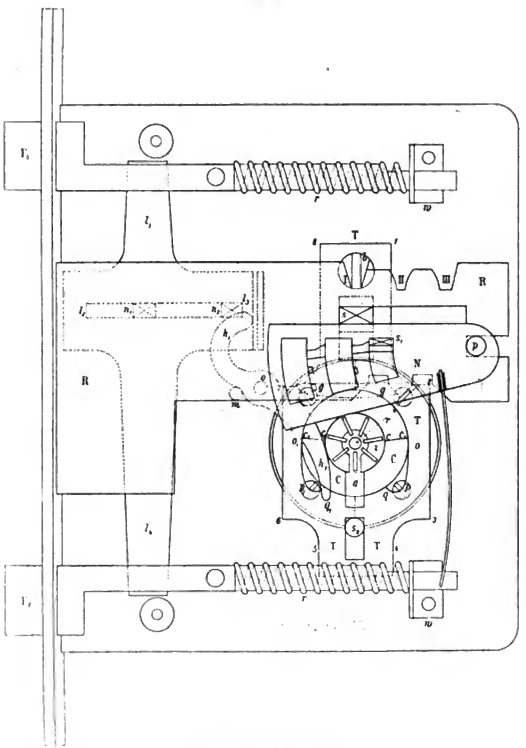
[43]) D. R.-P. Nr. 1757.

[44]) Fakſ.-Repr. nach: Lüdicke, a. a. O., Taf. 21, Fig. 1–3.

Digitized by Google

Auf den oberen Teil der Zuhaltung *T* ift die Leifte *g* (punktiert) genietet, welche durch den Bart *a* famt der Zuhaltung angehoben wird, ehe er die Riegelangriffe erfaßt. *b* wird dadurch aus der Kerbe *I* gehoben, und der Riegel kann die erfte Tour machen. Noch ehe diefe vollendet ift,

Fig. 31.



Bramah-Chubb-Schloß [44]).

fenkt fich die Zuhaltung bereits, eine Bewegung, welche ebenfalls durch den Zylinder *Z* verurfacht wird. Derfelbe trägt nämlich noch einen Flügel *C*, deffen Kante $c c_1$ beim Schließen den Angriff $o_1 p_1 q_1$ der Zuhaltung *T* erfaßt, während beim Öffnen dies durch die Kante $c_2 c_3$ und den Angriff *o p q* bewirkt wird.

Digitized by Google

Bei einer Umdrehung des Schlüſſels um etwa 135 Grad verharrt demnach die Zuhaltung *T* in Ruhe; doch gelangt der Flügel *C* auf die obere Seite des Zylinders und geſtattet bei weiterer Drehung um 90 Grad das Aufſteigen der Zuhaltung. Sobald aber *b* in die Kerbe *II* eingetreten iſt, erfaßt *c c*$_1$ des Flügels *C* den Angriff $o_1 p_1 q_1$ und bringt die Zuhaltung wieder in die Ruhelage zurück.

Die Fallen F_1 und F_2 werden durch das Kreuz l_1 bis l_4 bewegt, welches durch die Stifte n_1 und n_2 geführt wird. Mit dem Riegel *R* iſt, drehbar um den Zapfen *o*, der Hebel oder Wechſel h_1 h_2 verbunden, welcher unterhalb des erſteren liegt, durch einen Stift *m* am Überſchlagen gehindert wird und, wenn der Riegel ganz zurückgeſchoben iſt, einen Vorſprung des Riegelkreuzes erfaßt.

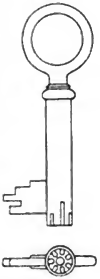
Nach zweimaligem Umdrehen des Zylinders *Z* iſt zwar der Riegel *R* zurückgeſchoben; doch iſt die Tür noch durch die Fallen F_1 und F_2 geſchloſſen. Dieſe öffnen ſich erſt, wenn der Schlüſſel noch weiter gedreht wird und der Bart *a* den Arm h_2 des Hebels erfaßt. h_1 h_2 dreht ſich dann um *o* und drückt ſomit das Riegelkreuz und die Fallen zurück.

Selbſt wenn der Zylinder *Z* und die Keile durch einen Dieb herausgebohrt ſein ſollten, kann der Riegel nicht zurückgeſchoben werden, weil er noch durch die *Chubb*-Zuhaltungen und durch die Zuhaltung *T* feſtgehalten wird.

Über die Vereinigung zweier *Chubb*-Schlöſſer ſiehe das in Fußnote 35 genannte Werk.

Die Sicherheit der Schlöſſer hat man auch durch verſchiedene beſondere Einrichtungen zu erhöhen geſucht. So hat *Chubb* an ſeinen Schlöſſern den ſog. „Entdecker *(Detector)*“ angebracht, eine Einrichtung, welche dem Beſitzer anzeigen ſoll, wenn Verſuche gemacht worden ſind, das Schloß heimlich zu öffnen. — Hierher gehören auch *Hobb*'s „Protektor“ und das Schloß von *Fenby*, wobei der Bart vom Schlüſſel vollſtändig getrennt iſt und vor dem Verſchieben des Riegels beim Schließen in einen im Inneren des verſchloſſenen Raumes angebrachten Behälter fällt.

Fig. 32.



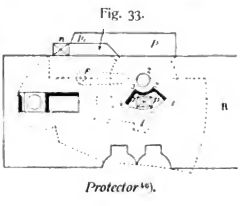
Schlüſſel zum *Bramah-Chubb*-Schloß[11]).

Nur roh gearbeitete *Chubb*-Schlöſſer[35]) laſſen ſich mit einer gewiſſen Leichtigkeit durch einen Dieb öffnen, indem er einen Schlüſſel mit ſchmalem, jedoch ſo hohem Bart einführt, daß derſelbe nur den Riegel, aber nicht die Zuhaltungen erfaßt. Durch Anhängen eines Gewichtes an einen langen Hebelsarm des Schlüſſels ſucht ſein Bart den Riegel zurückzudrücken. Bei ungenau gearbeiteten Zuhaltungen wird der Zapfen dadurch mit einer gewiſſen Kraft an das Fenſter einer Zuhaltung gedrückt, die der Einbrecher mittels eines durch das Schlüſſelloch eingeführten Hakens (Dietrichs) durch Anhebungsverſuche ermitteln kann. Dieſe wird gehoben, bis eine Stelle kommt, bei welcher die Reibung aufhört. Dies iſt diejenige, wo der Zapfen dem Ausſchnitte der Zuhaltung gegenüberſteht, ein wenig hineintritt und die Zuhaltung in dieſer Lage feſthält. Der Widerſtand iſt jetzt auf eine andere Zuhaltung übertragen, mit welcher ebenſo verfahren wird, bis das ganze Schloß geöffnet iſt.

Dieſes Verfahren macht der *Protector* unanwendbar.

Nach Fig. 33[36]) trägt der Riegelſchaft *R* an ſeiner Rückſeite eine kreisförmige Ausfräſung, in welche der runde Teil der Platte *p* hineinpaßt, die durch eine Feder *f* feſt angedrückt wird. Jene hat in der Mitte einen kurzen Drehzapfen *z*, der in eine entſprechende Öffnung des Riegels greift. An *p* iſt aber auch noch der Zuhaltungsſtift *a* befeſtigt, für welchen im Riegel der Ausſchnitt *1 2 3 4* angebracht iſt. Der Riegel iſt in der Abbildung aufgeſchloſſen gedacht. Wird nun durch ein Sperrwerkzeug der Riegel wirklich ein wenig zurückgedrückt, ſo erfährt die Platte *p* hierdurch eine geringe Drehung nach der Pfeilrichtung, weil der Zuhaltungsſtift *a* an ihr befeſtigt iſt. Nunmehr ſtützt ſich aber der an *p* ſitzende Arm p_1 gegen einen mit dem Schloßblech vernieteten Zapfen *n* und verhindert die weitere Drehung der Platte p_1, bezw. das Verſchieben des Riegels *r*. Dies iſt beim Gebrauch des richtigen Schlüſſels unmöglich, weil der Riegel nicht eher einen Druck in der Schlußrichtung erfährt, bis alle Zuhaltungen in die Totlage gehoben ſind; deshalb wird auch die

Fig. 33.



Protector[36]).

[11]) Siehe Teil III, Band 3, Heft 1 (Art. 354, S. 299 [2. Aufl., Art. 367, S. 306]) dieſes „Handbuches“.

[36]) Fakſ.-Repr. nach: LÜCKE, a. a. O., Taf. 19, Fig. 22.

Digitized by Google

Platte *p* durch keine Kraft gedreht. Durch den richtigen Schlüssel wird ein durch Einbruchversuch in Unordnung gebrachtes Schloß wieder in schließfähigen Zustand versetzt.

Zu diesen besonderen Einrichtungen gehören auch die Schlüssellochverschlüsse, die erst geöffnet werden müssen, bevor man das Schloß aufschließen kann. Hier mag die betreffende Anordnung von *Wilhelm Kromer* in Freiburg i. B. erwähnt werden.

Da die Schlüssel des *Chubb-* und namentlich des *Yale*-Schlosses sich leider leicht nachmachen lassen, so hat man auch versucht, diese Kopierbarkeit zu erschweren oder unmöglich zu machen. Am vollständigsten geschieht dies dadurch, daß man die Schlüssel selbst permutierbar gestaltet. Gerühmt werden die bezüglichen Einrichtungen von *Kromer* in Freiburg i. B., von *Newells* und von *Carl Ade* in Stuttgart[42]).

Besondere Sicherheit sucht man sich mitunter dadurch zu verschaffen, daß man die Türen von Geldschränken oder Tresoren mit mehreren Schlössern versieht, deren Schlüssel sich in verschiedenen Händen befinden, so daß zum Eröffnen der Tür stets mehrere Personen zusammen berufen werden müssen. Dazu treten dann noch die permutierbaren Schlüssel oder Vexierzifferblätter, die es jedem Schlüsselbesitzer ermöglichen, die zum Öffnen seines Schlosses nötige Kombination nach Belieben zu ändern.

Fig. 34.

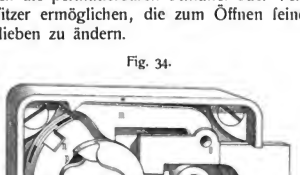
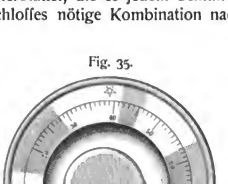


Fig. 35.



Kombinationsschloß.
1/3 w. Gr.

Die meisten Einbrüche sind gegen die Schlösser gerichtet; namentlich würde man mit Thermit in erster Linie Erfolge durch das Herausschmelzen derselben zu erzielen trachten. Man würde jedoch größere Sicherheit mit den vorher angeführten Schlössern dadurch erreichen, wenn man sie an die inneren Seiten der Türwandungen legen könnte. Dies ist aber nicht gut möglich, weil die Schlüssel dann 15 bis 20 cm lang werden müßten. Bei Anwendung des in Fig. 34 u. 35[43]) wiedergegebenen Kombinationsschlosses ist der Schlüssel unnötig; das Schloßwerk wird durch eine von außen drehbare, beliebig lange Spindel bewegt, kann also so tief im Inneren der Tür liegen, wie wünschenswert ist. Die Konstruktion ist äußerst einfach und sinnreich.

Mit der Spindel, die in der Mitte des Zifferblattes (Fig. 35) liegt und mit diesem zugleich drehbar ist, ist im Inneren die Scheibe *x* (Fig. 34) fest verbunden, unter welcher die vier nach rechts oder links beliebig drehbaren Scheiben *y* liegen. Die Scheibe *x* ist an der Unterseite mit einem kleinen Stift versehen. Mit dem gleichen Abstand von der Drehachse tragen auch die Scheiben *y* solche Stifte, so daß nach und nach durch Drehen der Spindel diese Scheiben *y* durch *x* mitgenommen werden. Der Riegel *z* mit dem Führungsarm z_1 trägt einen um die Achse *o* drehbaren, durch sein eigenes Gewicht herabfallenden Hebel *m*, welcher unterhalb dieses Buchstabens mit einem

[42]) D. R.-P. Nr. 1767.

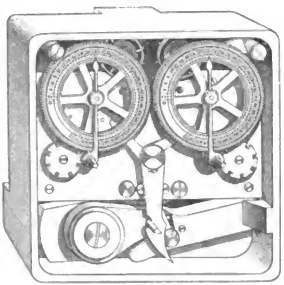
Digitized by Google

langen quadratiſchen Stift verſehen iſt. Sobald nun die Scheiben ſämtlich derart gedreht ſind, daß die Ausſchnitte *n* nach oben liegen, greift jener Stift *m* hinein; der Hebel fällt zugleich herab und erfaßt mit ſeinem Haken den Ausſchnitt *p* der Scheibe *x*. Durch weiteres Drehen der letzteren läßt ſich nunmehr das Schloß öffnen. Beim Zuſchließen wird der Hebel wieder ausgeklinkt. Bei richtiger Stellung der Scheiben *y* läßt ſich das Schloß von innen mit einem quadratiſchen Stift (Schlüſſel) öffnen, wozu die Löcher *q* dienen, die dann bei ſämtlichen Scheiben *y* unmittelbar untereinander liegen.

Man hat nunmehr das Schloß bei geöffneter Schranktür und mit Beihilfe des Schlüſſels auf vier einzelne Nummern (Fig. 35) einzuſtellen, z. B. auf *22, 87, 53* und *41*, wobei man die Spindel verſchiedene Male nach links oder nach rechts zu drehen und oben beim Stern mit der betreffenden Nummer des Zifferblattes anzuhalten hat. Vor dem Aufſchließen iſt dasſelbe Verfahren einzuſchlagen. (Weiteres ſiehe in der Anleitung der Aktien-Geſellſchaft „Panzer“ in Berlin.)

Bei großen Banken, bei denen es ſich um Aufbewahrung außergewöhnlich großer Wertgegenſtände handelt, bedarf es manchmal derartiger Einrichtungen, daß ſelbſt die Inhaber der Schlüſſel und die Kenner des Kombinationsſchloſſes den Behälter außerhalb der Dienſtſtunden nicht öffnen können. Es würde dann auch nichts helfen, wenn der Inhaber des Schlüſſels etwa durch Einbrecher mit Gewalt zum Öffnen der Tür gezwungen werden ſollte. Zu dieſem Zweck dienen die ſog. Zeitſchlöſſer, von denen Fig. 36 ein Bild gibt. Dieſelben beſtehen aus einem ſorgfältig hergeſtellten Schloßmechanismus mit drei Chronometer-Uhrwerken, welcher an der Innenſeite der Tür befeſtigt und mit den übrigen Schlöſſern in Verbindung gebracht wird. Dieſe Uhrwerke können auf beliebige Zeit, bis auf 72 Stunden, eingeſtellt werden. Haben die Treſortüren außer dieſem Zeitſchloß noch eine Einrichtung zum ſelbſttätigen Schließen und Öffnen, ſo ſind dieſelben an keiner Seite durchbohrt, beſitzen kein Schlüſſelloch, keine von außen nach innen gehende Drehſpindel, alſo nicht den geringſten Angriffspunkt für gewaltſame Zerſtörungen. Beim Zumachen der Tür ſchließt die Vorrichtung ſelbſttätig und nach Ablauf der eingeſtellten Zeit veranlaſſen die Uhrwerke ein ſelbſttätiges Öffnen.

Fig. 36.



Zeitſchloß.
1/5 w. Gr.

Anſtatt mehrerer Schlöſſer verwendet man häufig nur eines, welches eine Reihe Sicherheitsteile enthält, die mit einem beſonderen Schlüſſel geöffnet werden müſſen, ehe der eigentliche Schlüſſel gebraucht werden kann. Bei den meiſten derartigen Verſchlüſſen iſt die Einrichtung eine ſolche, daß beim Zuſchließen auch gleichzeitig das Kontrollefchloß wieder in Wirkſamkeit tritt, alſo ein beſonderes Abſchließen desſelben nicht nötig iſt. Dies ſind die Schlöſſer mit doppelter Sicherung [42]).

Schließlich ſei noch der umſtellbaren Schlüſſelſchlöſſer Erwähnung getan, bei denen ſich das Schloß auf Wunſch ſelbſttätig auf einen völlig anderen Schlüſſel paſſend umſtellt. Dieſe Schlöſſer werden hauptſächlich bei den *Safes* (ſiehe Teil IV, Halbband 2, Heft 1 [Abt. II, Abſchn. 2, B. Kap. 7, unter c] dieſes „Handbuches“)

[42]) Über dieſelben vergl. die in Fußnote 39 angezogene Abhandlung von *O. Ludewig & H. Steinack*.

Digitized by Google

angewendet, um dem Mieter eines einzelnen Kaſtens die Gewißheit zu geben, daß weder das Perſonal der Bank, noch irgend etwa ein Vormieter mit einem zweiten Schlüſſel ſeinen Effektenbehälter öffnen kann. Zu dieſem Zweck iſt das Schloß (Fig. 37 und Patent der Aktien-Geſellſchaft „Panzer“ in Berlin) mit zwei Schlüſſeln doppelt verſchließbar, von welchen den einen (links) der Vorſteher der Kaſſe beſitzt. Dieſer Schlüſſel paßt gewöhnlich zu ſämtlichen *Safes*. Der zweite Schlüſſel iſt in den Händen des Mieters, zugleich jedoch noch eine Anzahl anderer Schlüſſel, welche nach Art der in Fig. 37 abgebildeten mit zwei entgegengeſetzt liegenden Bärten mit verſchieden tiefen Einſchnitten für die Zuhaltungen verſehen ſind. Während ein Zapfen des Bartes die Zuhaltung anhebt, muß der entſprechende des zweiten ſich in einem Ausſchnitt der letzteren bewegen. Würde derſelbe nicht genau die dazu paſſende Länge haben, ſo könnte der Schlüſſel überhaupt nicht gedreht werden.

Zu jeder einzelnen Zuhaltung gehört nun auch ein beſonderer Stift *x* (und dies iſt hauptſächlich der Unterſchied gegenüber einem gewöhnlichen *Chubb*-Schloß), der mit einer kleinen Zahn-

Fig. 37.

Umſtellbares Schlüſſelſchloß.
1/3 w. Gr.

ſtange *z* in Verbindung ſteht, deren Zähne in die Lücken einer zweiten ſolchen Zahnſtange *y* eingreifen, ſobald das Schloß geſchloſſen iſt. Angenommen, dies ſei der Fall und dadurch die erſtere Zahnſtange *z* und ſomit auch der Stift *x* in der Zuhaltung in gewiſſer Stellung feſtgehalten; man kann alſo nur mit demſelben Schlüſſel öffnen, mit welchem man zugeſchloſſen hat. Beim Verſchließen kann man aber einen beliebigen anderen Schlüſſel benutzen, durch welchen, da der Bart andere Zähne hat, den Stiften und den zugehörigen Zahnſtangen eine ganz andere Stellung gegeben wird als vorher. Natürlich kann nun wieder nur mit dieſem Schlüſſel geöffnet werden; da aber niemand wiſſen kann, welcher Schlüſſel zufällig benutzt wurde, ſo gewährt dieſe Art von Verſchluß eine große Sicherheit.

12. Riegel der Schlöſſer.

Zu den Sicherungsmitteln der Türen, welche in unmittelbarem Zuſammenhange mit den Schlöſſern ſtehen, gehört die Bildung der Riegel, welche den Verſchluß bewirken und durch Schließen des Schloſſes bewegt werden. Sie ſind im Querſchnitt rechteckig oder kreisförmig und ſtellen den Verſchluß gewöhnlich nur an der Schloßſeite her. Bei Türen, die große Sicherheit gewähren ſollen, muß der Riegelverſchluß aber auf jeder Kante der Tür mehrfach vorhanden und überall auch der Vorſprung der Riegel gleich groß ſein.

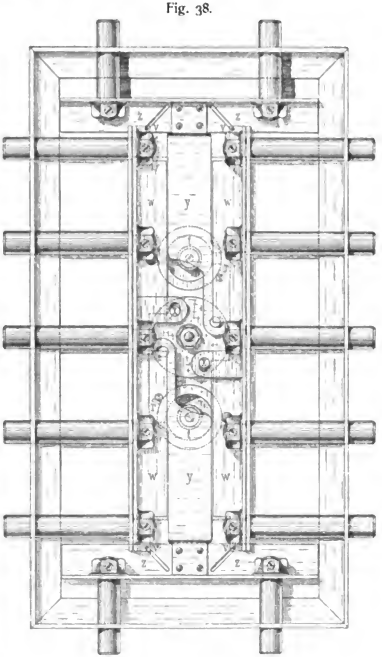
Die Riegel liegen entweder auf der Innenfläche der Tür, oder ſie ſind in dieſelbe verſenkt. Die erſteren bedingen eine Befeſtigung mit ſtärkeren Schrauben und Gangkapſeln, wirken bei Bränden

Digitized by Google

als Wärmeleiter und bieten, da die Schrauben auf Abſcheren in Anſpruch genommen werden, nicht die Sicherheit gegen Einbruch, wie verſenkte Riegel. Die letzteren erfordern, beſonders wenn ſie durchgehen und beiderſeits oder gar überkreuz ſperren, große Türdicken.

Beim Riegelverſchluß nach mehreren oder nach allen Seiten verwendet man in der Regel Basculeriegel, d. h. ſolche, die ſich gemeinſam bewegen, was durch Räder und Hebel bewerkſtelligt wird (Fig. 38).

Fig. 38.



Riegelverſchluß.
1/10 w. Gr.

Hier geſchieht die Bewegung durch die mittelſte Scheibe, welche ſich mittels eines an der Außenwand der Schranktür befindlichen Hebels drehen läßt. Durch dieſe Drehung nach links ſchieben die mit *x* bezeichneten Stifte im vorliegenden Falle die in der Mitte liegenden Flacheiſen oben herunter, unten herauf, und dieſer Bewegung müſſen die mit ihren Enden vernieteten Winkeleiſen *z* folgen, in welchen die vier lotrechten Riegel befeſtigt ſind. Hierdurch gleiten aber zugleich auch die vier Stifte *v* in dem zugehörigen Schlitz herab und ziehen dabei die Winkeleiſen *w* mit ihren zehn wagrechten Riegeln nach der Mitte zu, alſo aus dem Verſchluß heraus.

Dieſe Bewegungen werden durch das obere und untere Schloß *t* unmöglich gemacht, an deren Scheiben die Naſen *r* ſitzen, welche beim Verſchluß ſich vor die Zapfen *s* der Winkeleiſen *w* legen. Bei dem durch Fig. 34 erläuterten Schloſſe ſchiebt ſich der Riegel vor. (Siehe auch den in Fig. 10 [S. 9] dargeſtellten Querſchnitt.)

Eine beſonders innige Verbindung zwiſchen Tür und Gewänden wird durch Anwendung einer hakenförmigen Geſtalt der Riegel erzielt. Dieſe Einrichtung wird häufig in der Weiſe getroffen, daß ein zylindriſcher Riegel ſich beim Schließen um 90 Grad dreht und daß dabei zwei am Ende desſelben angebrachte Flügel hinter das Schließblech des Gewändes faſſen.

Sehr gerühmt werden die *Chubb*'ſchen patentierten, in diagonaler Richtung an allen Türkanten in die Zarge eingreifenden rechteckigen Riegel. Sie ſollen wegen ihrer Einfachheit und Sicherheit alle anderen Konſtruktionen übertreffen.[49])

Bei den neueren Konſtruktionen ſollen, wie ſchon aus der Erläuterung zu Fig. 38 zu erſehen war, die Schlöſſer die Riegel nicht unmittelbar vor- und zurückbewegen. Um ſtarke, ſchwere Riegel anordnen zu können, müſſen dieſe von der Mitte der Tür aus durch einen ſtarken Drehgriff (in Fig. 39

[49]) Siehe: *Builder*, Bd. 40, S. 374.

Digitized by Google

auch im Inneren angebracht) nach allen vier Seiten zugleich bewegt werden können. Die Schlöſſer haben nur den Zweck, ein durch kein Gewaltmittel zu beſeitigendes Hindernis zwiſchen das Riegelwerk zu ſchieben. Das Riegelwerk der von der Aktien-Geſellſchaft „Panzer“ hergeſtellten Türen der Geldbehälter liegt hinter der feuer- und thermitfeſten Füllung und iſt unter einer ſtarken Glasplatte (Fig. 39) gewöhnlich ſichtbar. Beim Verſchließen kann die Verbindung des Drehgriffes mit dem Riegelwerk ſelbſttätig gelöſt werden, ſo daß ein Druck auf letzteres nicht mehr möglich iſt.

In Bankhäuſern mit ausgedehnter elektriſcher Beleuchtung ſind die Riegel auch in einem im Inneren des Treſors liegenden Schloß vereinigt, in welchem eine ſchwere, durch Federn niedergedrückte elektromagnetiſche Ankerplatte den Schluß bildet. Der Anker kann nur durch Kontaktſchluß mit dem Hauptkabel gehoben werden.

Fig. 39.

Treſortür.

b) Sicherungen des Verſchluſſes der Fenſteröffnungen.

Die Fenſteröffnungen können durch bewegliche oder durch feſtſtehende Einrichtungen gegen Einbruch geſichert werden. Die erſteren ſind die Fenſterläden, die zweiten die Fenſtervergitterungen.

1) Fenſterläden.

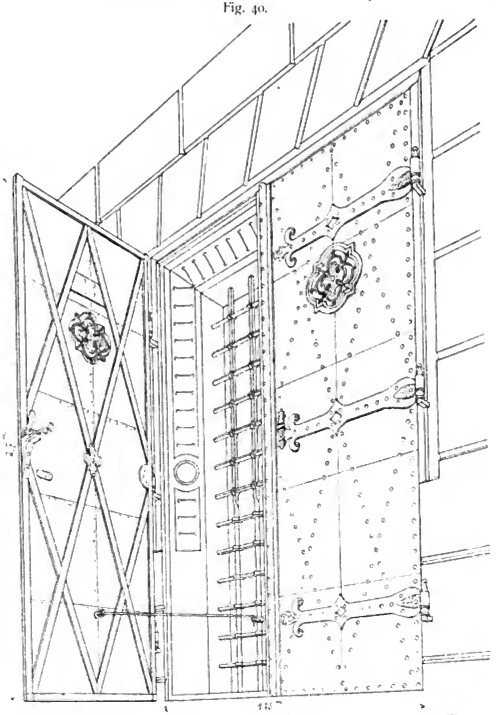
13. Vorſetz-, Schlag- und Klappläden.

In Teil III, Band 3, Heft 1 (Abt. IV, Abſchn. 1, C) dieſes „Handbuches“ wurden bereits die in Wohngebäuden, Geſchäftshäuſern etc. in der Regel angewandten Ladenkonſtruktionen vorgeführt und ihre Verſchlußeinrichtungen beſchrieben. Die Einbruchſicherheit der dort auch beſprochenen hölzernen Vorſetz-, Schlag- und Klappläden iſt nicht groß; ſie kann ähnlich, wie bei den Türen (ſiehe Art. 2, S. 4), durch einen Eiſenblechbeſchlag vermehrt werden. Die Zerſtörung der Blechtafeln

Digitized by Google

wird erſchwert, wenn dieſelben auf der Innenſeite der Läden angebracht ſind. Verſtärkungen des Blechbeſchlages können in der bei den Türen angegebenen Weiſe erfolgen.

Fig. 40.



Eiſerner Laden vom „Grünen Gewölbe“ in Dresden[30]).

Noch ſicherer konſtruiert man, wenn man die Läden ganz aus Eiſen macht und ſie in gleicher Weiſe wie die betreffenden Türen herſtellt (vergl. Art. 3, S. 7). Die gut geſpannten Blechtafeln von 2 bis 3 mm Dicke werden an den Rändern durch Flachſchienen oder Winkeleiſen verſteift; ebenſo werden größere Läden auf

[30]) Die Zeichnung iſt nach einem der Läden der gekuppelten Fenſter an der Nordfaſſade des Schloſſes angefertigt.

Digitized by Google

ihrer Fläche noch durch Flach-, Winkel- oder T-Eifen in diagonaler oder lotrechter und wagrechter Richtung verftärkt.

Diefes Gerippe muß für den Fall, daß dünnes Sturzblech (1 bis 2 mm dick), welches fich ohne große Anftrengung mit einer Schere ausfchneiden läßt, Verwendung findet, fo enge Mafchen bilden, daß ein Menfch fich durch diefelben nicht hindurchzwängen kann.

Der Verfchluß erfolgt durch Schlöffer, Schubriegel und Efpagnoletteftangen.

Als Beifpiel für einen eifernen zweiflügeligen Schlagladen und zur Ergänzung zu der in Fig. 7 (S. 6) dargeftellten Tür wird in Fig. 40 einer der fchönen Läden des „Grünen Gewölbes“ im Königl. Refidenzfchloß zu Dresden mitgeteilt[80]).

Einen einfachen, nach außen fchlagenden zweiflügeligen eifernen Schlagladen zeigen Fig. 41 u. 42, deffen Verfchluß und Feftftellung in geöffnetem Zuftande felbfttätig durch eine in eine Röhre fich fchiebende Stange bewirkt wird[81]). Fig. 41 zeigt den geöffneten Laden von außen und Fig. 42 den gefchloffenen von innen.

Fig. 41.

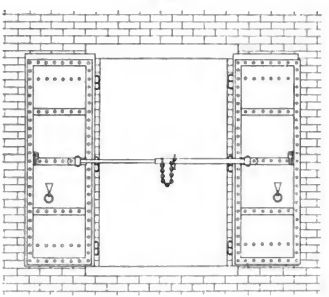
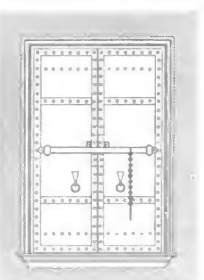


Fig. 42.



Zweiflügeliger eiferner Schlagladen.

Die eifernen Läden werden gerade fo, wie die hölzernen an den Außenwänden oder an den Leibungen der Fenfternifchen angeordnet; doch kann man fie unter Umftänden, da die Teile fich fehr fchmal machen laffen, gleichfalls in den Leibungen der Gewände unterbringen. Auch fchiebt man fie manchmal in Mauerfchlitze außerhalb der Fenfterverglafung. (Siehe hierüber auch Teil III, Band 3, Heft 1 [Art. 424 bis 427, S. 340 bis 344[52]] diefes „Handbuches“.)

Wo Treforräume mit Fenftern zu verfehen find, erhalten diefe außer Vergitterungen noch nach der Art der Kaffenfchranktüren konftruierte Fenfterläden, wie ein folcher in Fig. 43 dargeftellt ift.

14. Plattenläden.

Die aus Holzleiften angefertigten Rolläden bieten gegen Einbruch fehr geringe Sicherheit; die Holzleiften können leicht ausgebrochen oder ausgefchnitten werden. Deswegen werden für Schaufenfter jetzt vielfach eiferne Rolläden in Anwendung gebracht. Man ftellt diefelben entweder aus einzelnen fchmalen, ineinandergreifenden, gewöhnlich im Querfchnitt S-förmig geftalteten Blechftreifen oder

[81]) Von *J. B. & J. M. Cornell* in New York.

[80]) 2. Aufl.: Art. 442 bis 444, S. 348 bis 352.

Digitized by Google

aus ganzen, wagrecht gewellten Stahlblechen her. Die letzteren ſind wegen der größeren Sicherheit bei geringerem Gewicht vorzuziehen.

Entweder beſteht die ganze Fläche aus einer einzigen oder, bei größeren Läden, aus mehreren durch Nietung miteinander verbundenen, 0,5 bis 1,0 mm ſtarken Blechtafeln.

Die Rolläden rollen ſich gewöhnlich oben, innerhalb des Fenſterſturzes, auf; doch kann dies auch unten an der Sohlbank geſchehen. Im erſteren Falle bedarf es beſonderer Sicherungsmittel, um das unbefugte Aufheben der Läden von außen her zu verhindern.

Die zu dieſem Zwecke gewöhnlich unten am Laden auf der Innenſeite angebrachten Verſchlußvorrichtungen bieten wenig Sicherheit, da ſie nach Ausſchneiden eines Stückes des Ladens an

Fig. 43.

Panzerfenſterladen.

der betreffenden Stelle leicht beſeitigt werden können. Mehr Sicherheit gewähren oben unter der Rolle angebrachte Vorkehrungen, wie *Block*'s patentierter Schutzapparat gegen Einbruch durch die Rolljalouſien [53]) oder *O. Krüger*'s ſelbſttätiger Rolladenverſchluß [54]) oder die Sicherheitsvorrichtung für Rolläden von *Gebr. Dubbick* [55]).

Da, wo der für die Rollkaſten nötige Raum nicht gut zu beſchaffen iſt, kann von der Anordnung von *M. G. Mitter* in Berlin [56]) Gebrauch gemacht werden, nach welcher der Rolladen entweder unter der Decke oder unter dem Fußboden wagrecht geführt wird. (Im übrigen ſiehe im mehrfach genannten Hefte dieſes „Handbuches“ Art. 477 bis 494, S. 378 bis 390.)

[53]) Beſchrieben in: Romberg's Zeitſchr. f. prakt. Bauk. 1879, S. 230.
[54]) D. R.-P. Nr. 2827. – Beſchrieben in: Polyt. Journ., Bd. 235, S. 426.
[55]) D. R.-P. Nr. 39753.
[56]) D. R.-P. Nr. 41106. – Auch beſchrieben in: Centralbl. d. Bauverw. 1888, S. 12 – und in dem oben genannten Hefte dieſes „Handbuches“ (2. Aufl.: Art. 492, S. 389).

Digitized by Google

Für ſehr breite Öffnungen werden viel, namentlich in Paris, die Plattenläden verwendet, die aus einzelnen etwa 30 cm hohen, übereinander greifenden Blechtafeln von verhältnismäßiger Dicke zuſammengeſetzt ſind, welche ſich entweder nach oben oder nach unten zuſammenſchieben laſſen, wozu mehr oder weniger umſtändliche Einrichtungen notwendig werden. Zum Bewegen der Läden wird anſtatt Menſchenkraft zuweilen auch hydrauliſcher Druck in Anwendung gebracht. 15. Plattenläden.

Eine Verſteifung und beſondere Sicherung gegen unbefugtes Heben der Läden erhalten dieſelben mitunter dadurch, daß hinter denſelben an drehbaren Bolzen eiſerne Rohre aufgehängt werden. An dieſen Rohren ſind Knaggen angebracht, welche über in entſprechender Höhe an den Blechtafeln befeſtigte Winkel greifen. Dieſe letzteren haben dann noch Ausſchnitte, in welche ſich eine an den Rohren befindliche gekrümmte Leiſte durch Drehen des Rohres einlegen läßt, wodurch die Blechwand größere Steifigkeit erhält [87]).

Die einfachſten und ſicherſten Schaufenſterverſchlüſſe ſind jedenfalls diejenigen, bei welchen die ganze Öffnung durch eine einzige verſteifte eiſerne Platte verſchloſſen iſt, welche während des Tages in den Kellerraum hinabgelaſſen wird. Das Heben der Platte wird dadurch erleichtert, daß man ſie durch Gegengewicht ausbalanciert. 16. Schiebeläden.

Bei einer von *Gugitz* [88]) mitgeteilten Einrichtung dieſer Art iſt der obere Teil des Ladens durch Gitterwerk gebildet, ſo daß dadurch im herabgelaſſenen Zuſtande eine genügende Beleuchtung des Kellerraumes durch die im Bürgerſteig angebrachten, mit Rohglas gefchloſſenen Lichtöffnungen ermöglicht wurde.

2) Fenſtervergitterungen.

An denjenigen Fenſter- oder Lichtöffnungen, welche einen beſtändigen Schutz ohne weſentliche Beeinträchtigung des Lichteinfalles haben müſſen, werden eiſerne Vergitterungen angebracht. Die Anordnung derſelben kann in Beziehung auf die Fenſtergewände eine verſchiedene ſein: ſie können entweder im Lichten derſelben oder vor denſelben angebracht werden. Die erſte Anordnung iſt im allgemeinen bei richtiger Befeſtigung der Gitter die ſicherere; die zweite wird dagegen dann angewendet, wenn das Hinausbeugen aus dem Fenſter ermöglicht bleiben ſoll. Beide Arten der Fenſtergitter kommen ſchon im Mittelalter und in der Renaiſſancezeit vor, und es geben uns dieſe vergangenen Kunſtepochen auch bei dieſen Konſtruktionen, wie überhaupt bei Eiſenarbeiten, die beſten Vorbilder dafür, wie unter Berückſichtigung der Eigenſchaften des Materials große Sicherheit, gepaart mit ſchöner und charakteriſtiſcher Form, zu erzielen iſt. 17. Allgemeines.

Ein ausführliches Eingehen auf die Einzelheiten der Verbindungen iſt hier zwar nicht nötig, da dieſelben von denjenigen der Einfriedigungen (ſiehe Teil III, Band 1, Heft 2 [Abt. III, Abſchn. 1, C, Kap. 16, unter *b*] dieſes »Handbuches«) nicht weſentlich abweichen; doch wird immerhin eine Mitteilung der bei den Fenſtergittern alter und neuer Zeit gebräuchlichen Verbindungsarten der Gitterſtäbe nicht ohne Wert ſein.

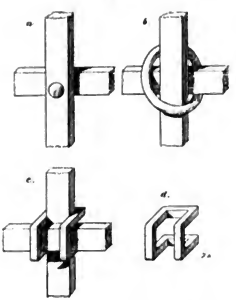
Die Gitterſtäbe gehen entweder aneinander vorüber, oder ſie ſind durcheinander geſteckt, oder doppelte wagrechte Stäbe faſſen die lotrechten ein. Im erſten und dritten Falle ſind beſondere Hilfsſtücke, als Niete, Ringe etc., erforderlich, wie dies Fig. 44 *a*—*d* u. Fig. 46 *a*, *b* zeigen. Nach der zweiten, feſteren Weiſe gehen 18. Verbindung der Gitterſtäbe.

[87]) Über dieſe Konſtruktion ſiehe: Deutſches Bauhandbuch. Bd. II. Berlin 1880. S. 105.

[88]) In: Neue und neueſte Wiener Baukonſtruktionen aus dem Gebiete der Maurer-, Steinmetz-, Zimmermanns-, Tiſchler-, Schloſſer-, Spengler- u. ſ. w. Arbeiten. Auf Veranlaſſung und mit Unterſtützung des k. k. Miniſteriums für Kultus und Unterricht, herausgegeben von den Fachlehrern der bautechniſchen Abteilung an der k. k. Staats-Gewerbeſchule in Wien unter der Leitung des Direktors *G. Gugitz*. Wien.

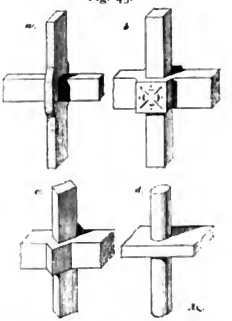
Digitized by Google

Fig. 44.



Übereinander gelegte Gitterſtäbe.

Fig. 45.

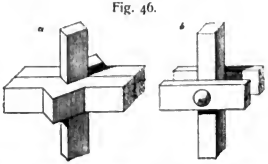


Durcheinander geſteckte Gitterſtäbe.

entweder die Horizontalen durch Löcher der Vertikalen (Fig. 45 *a*) oder, was häufiger vorkommt, die Vertikalen durch Löcher der Horizontalen (Fig. 45 *b*, *c*, *d*). Im Mittelalter und bis zum XIX. Jahrhundert waren namentlich die Verbindungen nach Fig. 45 *b*, *c* üblich, welche an den Knotenpunkten Verdickungen der Eiſenſtäbe erfordern, während man ſich jetzt gewöhnlich der zwar bequemeren, aber auch weniger ſchönen Anordnung nach Fig. 45 *d* bedient. Das feſtelte, allerdings ſehr ſchwierig herzuſtellende Flechtwerk von Gitterſtäben erhält man, wenn man dieſelben abwechſelnd ſich gegenſeitig durchdringen läßt (Fig. 47 [59]). Die Anordnung in Fig. 45 *c* iſt beſonders häufig angewendet worden, und mit Recht, da die übereck geſtellten Vertikalſtäbe dem Auseinanderbiegen oder der Verbiegung ſenkrecht zur Gitterebene einen größeren Widerſtand entgegenſetzen als Stäbe von demſelben quadratiſchen Querſchnitt, aber in der Anordnung nach Fig. 45 *b*.

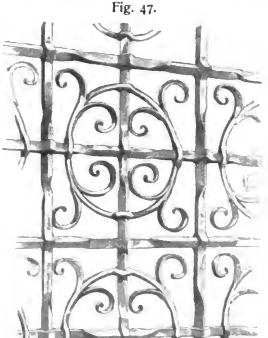
Zu den Verbindungen von Gitterſtäben durch beſondere Hilfsſtücke gehört auch die in Fig. 48 dargeſtellte, bei welcher ein lotrechter und zwei wagrechte Rundſtäbe durch ſolche Stücke aus gegoſſenem Metall geſteckt ſind. Der Hartguß wird auf den

Fig. 46.



Verdoppelung der wagrechten Gitterſtäbe.
1/8 w. Gr.

Fig. 47.



Wechſel im Durcheinanderſtecken der Gitterſtäbe[59]).

[59]) Fakſ.-Repr. nach: VIOLLET-LE-DUC, E. *Dictionnaire raisonné de l'architecture etc.* Bd. 6. Paris 1863. S. 76: Artikel *„Grille"*.

Digitized by Google

Fig. 48.

Kreuzungsſtellen der Schmiedeeiſenſtäbe unmittelbar ausgeführt und ſoll eine gute Schweißung erſetzen [60]).

Für Drahtgitter werden zu gleichem Zwecke, Vergießen von zwei ſich kreuzenden Drähten in verſchiedener Form und Größe des Knotenſtückes, von der Werkzeugfabrik von *Robert Sedlmayr* in München Gittereingußzangen geliefert.

Mit den Gitterſtäben ſtellt man entweder ein regelmäßiges Maſchenmuſter her, oder man bringt die wagrechten Stäbe in beträchtlich größeren Entfernungen an als die lotrechten. Die erſtere Art war beſonders bei ſich durchdringenden Stäben beliebt; dieſelben können dabei wagrecht und lotrecht (Fig. 47) oder auch ſchräg (Fig. 52) laufen. Solche Gitter erhalten mitunter Ornamente, die ſich gleichmäßig über die Fläche verteilen (Fig. 47 u. 53) oder nur an einzelnen Punkten derſelben angebracht werden (Fig. 55).

Bei der zweiten Art der Gitter dürfen die lotrechten Stäbe höchſtens 13 cm Zwiſchenraum erhalten, während die wagrechten nach dem Bedürfnis der Sicherheit über die Höhe verteilt werden. Die Ausſtattung mit Ornament kann bei ſolchen Gittern in der verſchiedenſten Weiſe erfolgen.

Für Gefängniſſe hält man es für genügend ſicher, wenn die wagrechten Stäbe von 5 cm Breite und 1 cm Dicke, durch welche runde Vertikalſtäbe von $2_{,5}$ cm Durchmeſſer geſteckt ſind, in Entfernungen von 65 bis 80 cm angebracht werden.

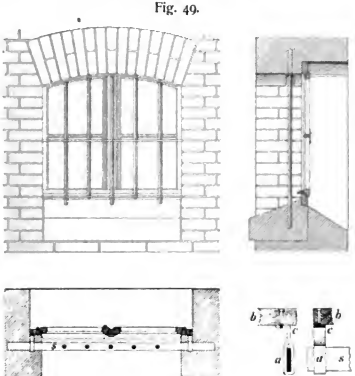
Zu Gittern, welche einbruchſicher ſein ſollen, iſt nur beſtes Schmiedeeiſen zu verwenden, Gußeiſen aber ganz auszuſchließen.

19. Gitter im Lichten der Fenſtergewände.

Auch das feſteſte Gitter wird keine Sicherheit gewähren, wenn die Fenſterumfaſſung nicht auch von entſprechend feſtem Material hergeſtellt und das Gitter an derſelben nicht gut befeſtigt iſt.

Eine wirklich ſichere Befeſtigung von Gittern im Lichten der Fenſteröffnungen erreicht man nur, wenn die Enden der Hauptſtäbe gleich bei der Herſtellung der Öffnungen in den Stein eingelaſſen oder vermauert werden.

Fig. 49.



Gitter im Lichten des Fenſtergewändes [61]).
$^1/_{50}$ bezw. $^1/_{10}$ w. Gr.

Zweckmäßig erſcheint es dabei allerdings, von den eng ſtehenden Vertikalſtäben nur einen um den anderen in Sturz und Sohlbank eingreifen zu laſſen, damit letztere Konſtruktionsteile nicht zu ſtark geſchwächt werden.

In dem in Fig. 49 [61]) dargeſtellten Gitter einer Gefängniszelle iſt die zuletzt erwähnte Anordnung getroffen worden. Die nicht eingemauerten Vertikalſtabenden ſind mit den oben und unten angebrachten Querſchienen verzapft und vernietet. Die übrigen greifen etwa 16 cm in das Mauerwerk ein, während die Querſchienen $23_{,5}$ cm in die

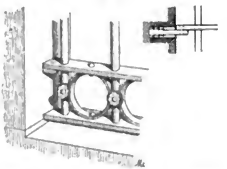
[60]) *Patent Three-bar Chilled Proceß* von *Compoſite Iron Works Co.* in New York.

[61]) Nach: Zeitſchr. f. Bauw. 1864, S. 365 u. Bl. 46.

Digitized by Google

Fugen des Backſteinmauerwerkes hineingehen. Dieſe erhalten eine weitere Befeſtigung durch aus 26 × 7 mm ſtarken Schienen gebildete Halseiſen *a*, welche mit einer Verkröpfung *c* verſehen ſind, deren Außenſeite mit der inneren Fenſteranſchlagsfläche zuſammenfällt. Die Verkröpfung erhält ein Loch mit Schraubengewinde, ſo daß an derſelben der Fenſterfutterrahmen *b* angeſchraubt werden kann. Damit die Gefangenen dieſe Befeſtigungsſchrauben nicht löſen können, erhalten letztere ſo hohe Köpfe, daß durch Abfeilen der Kopfeinſchnitt beſeitigt werden kann. Dieſe Befeſtigungsweiſe iſt der oft angewendeten des Spaltens der Querſchienenenden und des Auf- und Abbiegens dieſer Enden bei weitem vorzuziehen, wodurch die Feſtigkeit des Mauerwerkes leidet. Beim Einlaſſen in Haufteinwände werden die Stabenden in der Regel aufgehauen.

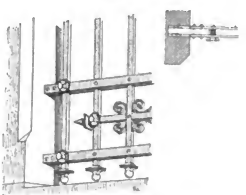
Fig. 50.



Befeſtigung der Gitterſtäbe mittels Hilfsſtücke.

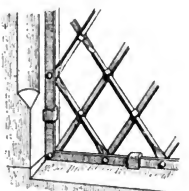
Die gleichzeitige Herſtellung von Gitter und Öffnungen iſt allerdings unbequem und umſtändlich. Deshalb verfährt man häufig in der Weiſe, daß man, um die Gitter erſt nach der Vollendung des Gebäudes einſetzen zu können, die Hori-

Fig. 51.



Befeſtigung der Gitterſtäbe mittels Hilfsſtücke.

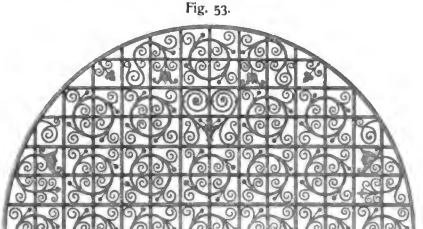
Fig. 52.



mittels Klammern.

zontalſtäbe nicht viel länger macht, als die Öffnung breit iſt, auf der einen Seite in das Gewände tiefe und weite Löcher ſchlägt, in dieſe die Stabenden einſchiebt und ſo die Möglichkeit erhält, auch die entgegengeſetzten Stabenden in die gegen-

Fig. 53.



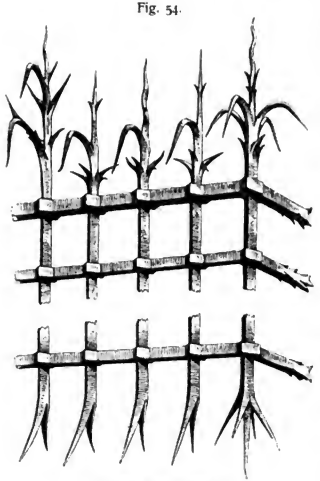
Oberlichtgitter einer Tür in Frankfurt a. M.[82]).

1/10 w. Gr.

[82]) Fakſ.-Repr. nach: RASCHDORFF, J. Abbildungen deutſcher Schmiedewerke. Berlin 1875–78. Heft VI, Bl. 5.

Digitized by Google

Fig. 54.



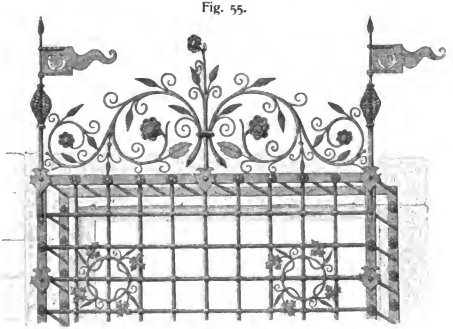
Ebenes Korbgitter[60]).

über liegenden Löcher hineinzubringen. Etwa vorhandene Vertikalen können dabei eine Befeſtigung durch Eingreifen nicht erhalten.

Häufiger und beſſer als die eben erwähnte unvollkommene Befeſtigungsweiſe iſt die Befeſtigung mit beſonderen Hilfsſtücken, die in die Fenſtergewände eingelaſſen und mit den Gitterſtäben durch Schrauben oder zweckmäßiger durch Niete verbunden werden. Zwei hierher gehörige gebräuchliche Ausführungsarten ſind in Fig. 50 u. 51 dargeſtellt.

Ebenfalls häufig verfährt man in der Weiſe, daß man die Gitter mit Rahmen verſieht und dieſe an den Gewänden mit Klammern befeſtigt, wie Fig. 52 zeigt, oder daß man den aus Flacheiſen hergeſtellten Rahmen mit der Breitſeite an das Gewände legt und an dieſem durch Schrauben oder Haken in Holzdübeln feſtmacht, welche durch den Rahmen verdeckt ſind. Eine ſolche Verbindung iſt ſelbſtverſtändlich ſehr leicht lösbar. Macht man die Schraubenköpfe ſo hoch, daß man den Kopfeinſchnitt abfeilen kann, ſo wird die Verbindung weſentlich beſſer.

Fig. 55.



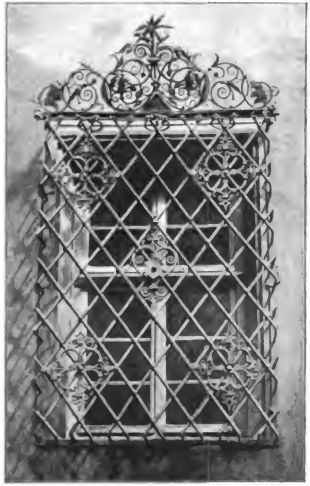
Ebenes Korbgitter aus Herborn im Dill-Tal[61]).

[60]) Fakſ.-Repr. nach: VIOLLET-DE-DUC, E. *Dictionnaire raiſonné de l'architecture etc.* Bd. 6. Paris 1863, S. 75: Artikel „*Grille*“.

[61]) Fakſ.-Repr. nach: RASCHDORFF, J. Abbildungen deutſcher Schmiedewerke. Berlin 1875–78. Heft IV. Bl. 7.

Digitized by Google

Fig. 56.



Fenftergitter mit fchräg anfteigenden Stäben.

Fig. 57.

Fenftergitter am „Delphin“ in Bafel.

Fig. 58.

Fenftergitter in Liegnitz.

Digitized by Google

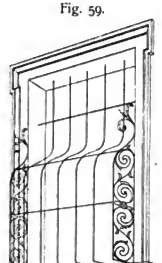
Zu den in das Lichte der Öffnungen eingefetzten Gittern gehören auch die Oberlichtgitter von Türen und Toren, für welche in Fig. 53[60]) ein Renaiſſance-beiſpiel geboten wird. Im übrigen ſiehe hier Teil III, Bd. 3, Heft 1 (Art. 224, S. 194[60]).

20. Gitter vor den Fenſtergewänden.

Die vor die Fenſtergewände gefetzten Gitter haben außer dem ſchon erwähnten Vorteil, das Hinausbeugen aus dem Fenſter zu geſtatten, noch den, daß man dieſelben nach der Fertigſtellung des Gebäudes bequem und dabei auch ziemlich ſicher dadurch an den Fenſtergewänden zu befeſtigen vermag, daß man alle Stäbe, welche das Gerippe des Gitters bilden, mit den umgebogenen Enden in den Stein oder das Mauerwerk einlaſſen und gut verbleien kann. Die Feſtigkeit, wie ſie ſich durch die am Eingang des vorhergehenden Artikels geſchilderte Konſtruktionsweiſe erzielen läßt, iſt hierbei allerdings nicht zu erreichen.

Die in Frage ſtehenden Fenſtergitter können als Korbgitter bezeichnet werden. Sie bilden entweder eine mehr oder weniger weit vorgelegte Ebene oder ſich ausbiegende krumme Fläche, oder ſie haben im unteren Teile eine vorſpringende Erweiterung, um das Hinauslegen aus der Fenſteröffnung noch mehr zu erleichtern.

Fig. 59.



Korbgitter in Worms.

Beiſpiele der erſteren Art geben Fig. 54 bis 58 in den verſchiedenartigſten Ausführungen.

Bei dem in Fig. 54[61]) gegebenen Beiſpiel ſind nur die wagrechten Stäbe zur Befeſtigung benutzt, dagegen die Enden der lotrechten zur Abwehr einer Annäherung mit ſcharfen Spitzen verſehen worden.

Die Befeſtigung kann keine ſo ſichere werden, wenn, wie das ſchöne Renaiſſance-Beiſpiel in Fig. 55[61]) zeigt, die Seitenſtäbe des Fenſterkorbes auf einem Rahmen befeſtigt ſind, der ſich an das Fenſtergerüſt legt. In Fig. 56 ſind die ſchräg anſteigenden Gitterſtäbe an den Ecken umgebogen und in einem Rahmen von Flacheiſen vernietet, der mit Klammern im Gewände befeſtigt iſt. Ähnlich iſt die Befeſtigung in Fig. 58, einem Fenſtergitter in Liegnitz. Eine ganz abweichende Ausführung zeigt Fig. 57, eine Vergitterung vom „Delphin“ in Baſel, bei welchem das Gitter mit beſonderen Seitenteilen und ſogar mit feſter Verdachung verſehen iſt.

In Fig. 59 bis 62 ſind Beiſpiele der zweiten Art abgebildet. Dieſe Formbildung war namentlich im XVII. und XVIII. Jahrhundert ſehr beliebt. In Fig. 59 ſind die Gitterſtäbe innerhalb der Gewände befeſtigt, ſo daß nur der untere Teil des Gitters aus der Fenſterfläche heraustritt, während bei Fig. 60 bis 62 der ganze Korb außen liegt und der untere Teil noch weit vorgebogen iſt. Der obere Teil des Gitters in Fig. 61, vom Württemberger Hof in Baſel, bildet dabei einen geradlinigen Kaſten. Weniger iſt dies in Fig. 60, einem Gitter aus Görlitz, der Fall, welches aus flachrunden Profileiſen hergeſtellt iſt. In Fig. 62, einem Gitter vom Regierungsgebäude in Konſtanz, bilden ſämtliche Stäbe ſchwachgeſchwungene Linien.

21. Bewegliche Gitter.

Obgleich im allgemeinen die Fenſtergitter faſt immer feſtſtehende Konſtruktionen ſind, ſo hat man doch in neuerer Zeit auch verſucht, den Vorteil der Läden, dieſelben beim Nichtgebrauch von den Öffnungen entfernen zu können, mit dem Vorzug beſtändigen Lichtzutrittes durch die Gitter in der Konſtruktion zuſammenſchiebbarer Gitter zu verbinden.

[60]) 2. Aufl.: Art. 232, S. 197.

Digitized by Google

Fig. 60.

Fenftergitter zu Görlitz.

Fig. 61.

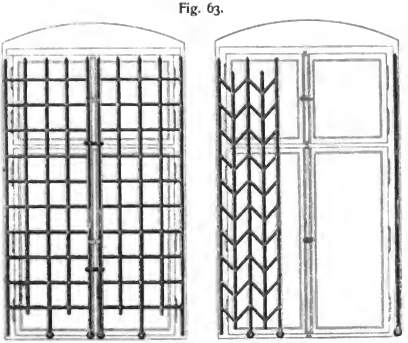
Fenftergitter am Württemberger Hof zu Bafel.

Fig. 62.

Fenftergitter am Regierungsgebäude zu Konftanz.

Digitized by Google

Fig. 63.



Born's Patentgitter[66]).

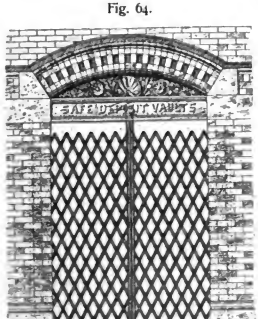
Ein ſolches iſt das *Born*'ſche Patentgitter (Fig. 63[66]).

Dasſelbe beſteht aus zwei Flügeln, die nach Bedürfnis zuſammengeſchoben und durch zwei Verſchraubungen und ein Schnepperſchloß verbunden werden. Es wird auf der Innenſeite der Fenſter angebracht, und ein lotrechter Stab um den anderen (5 bis 7 mm ſtark, 20 mm breit) läuft mit einer Rolle von Holz oder Hartgummi auf dem Fenſterbrett. Zuſammengeſchoben nimmt das Gitter auf jeder Seite der Fenſterleibung einen Raum von etwa 8 cm Breite in Anſpruch.

Wo nicht ſehr große Sicherheit verlangt wird, mag dieſe Vorrichtung ihrer Bequemlichkeit wegen ganz empfehlenswert ſein.

In Nordamerika, in neuerer Zeit auch in Deutſchland, werden die zuſammenſchiebbaren Gitter vielfach angewendet, und zwar nicht bloß für Fenſter, ſondern auch für Türen, insbeſondere in denjenigen Fällen, wo der Raum für aufgehende Flügel beſchränkt iſt.

Fig. 64.



Pitt's zuſammenſchiebbares Gitter[67]).

Fig. 64 zeigt *Pitt*'s zuſammenſchiebbares Gitter für Treſore, das zum Verſchluß derſelben in der Geſchäftszeit zu benutzen iſt.

Solche Gitter werden oft für ſehr weit geſpannte Öffnungen ausgeführt und dann durch wagrecht liegende ſchmale Gitter, die ſich ebenfalls zuſammenſchieben, verſteift[67]).

Das in Fig. 65a u. b[68]) dargeſtellte *Boſtwick*-Gitter beſteht, um eine größere Steifigkeit zu erzielen, aus kleinen [-Eiſenſtäben, die ſowohl wagrecht wie auch lotrecht verwendet werden können. Können die dicht zuſammengeſchobenen [-Eiſen in einem entſprechend tiefen Mauerſchlitz oder einem Mauervorſprung untergebracht werden, ſo wird der letzte Stab als Drehſäule aus Quadrateiſen hergeſtellt und das zuſammengeſchobene Gitter in die Fenſter- oder Türleibung umgeklappt (Fig. 65b).

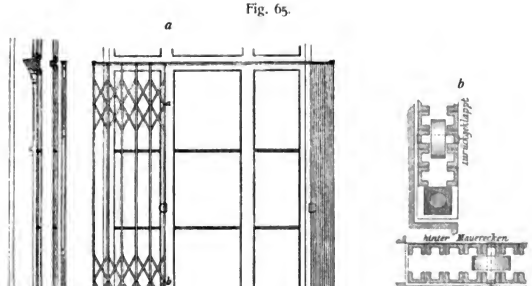
Dieſe Gitter werden bis zu 5,00 m Breite, ſogar mit Schlupfpforten und den mannigfaltigſten Abwechſelungen von der Firma *de la Sauce & Kloß* in Berlin ausgeführt.

Mitteilungen über zuſammenſchiebbare franzöſiſche Fenſtergitter finden ſich in unten angegebener Quelle[69]).

[66]) D. R.-P. Nr. 5570.
[67]) Siehe: *Building*, Bd. 9, *Trade Suppl.*, Nr. 9
[68]) Fakſ.-Repr. nach: Baukunde der Architekten. Bd. I, Teil 2. 4. Aufl. Berlin 1896. S. 128.
[69]) *La ſemaine des conſtructeurs*, Jahrg. 10, S. 173.

Digitized by Google

Fig. 65.



Boftwick-Gitter[69]).

c) Sicherungen gegen Durchbruch der Wände, Decken und Fufsböden in befonderen Räumen (Trefore).

22. Allgemeines.

Es hat fich im Laufe der Zeit ergeben, daß Kaffenfchränke allein für fich nicht die genügende Sicherheit gegen Einbruch und Feuer bieten, fondern daß fie in befonders feft konftruierten Räumen, den Treforen oder Schatzkammern, untergebracht werden müffen, welche demnach für größere Banken ganz unentbehrlich find.

Je nach der Menge der aufzubewahrenden Werte erhalten diefelben verfchiedene Größe[70]), was aber auf die Grundfätze der Konftruktion von keinem Einfluß ift. Diefe Grundfätze find: möglichfte Erfchwerung des Durchbrechens der Raumumfchließungen bei Rückfichtnahme auf Feuerficherheit und Ermöglichung einer Aufficht über diefe Raumumfchließungen.

Wegen Mangels diefer letzteren Vorficht find wohl die früher mitunter von Banken angewendeten Sicherheitsfchächte, in welche außer der Gefchäftszeit die Schätze verfenkt wurden[71]), nicht mehr gebräuchlich.

Man verwendet jetzt folgende zwei Arten von Treforanlagen:

1) ummauerte Räume, welche in organifchem Zufammenhange mit dem betreffenden Gebäude ftehen;

2) nach Art von Geldfchränken konftruierte Trefore, welche in den Gebäuden an geeigneten Plätzen aufgeftellt und unter Umftänden fo eingerichtet werden können, daß fie zerlegbar und an anderen Orten wieder aufftellbar find.

1) Gemauerte Trefore.

23. Lage der Trefore.

In Bezug auf die Überwachung der Wandungen ift die zweckmäßigfte Lage eines Trefors die, bei welcher er rings von Räumen umgeben ift, in denen viel Verkehr ftattfindet. Die Lage ift entfchieden der an einer Nachbargrenze oder

[70]) So hat der Trefor der Deutfchen Reichsbank in Berlin eine Grundfläche von 1000 qm, wozu noch ein fehr geräumiger Vortrefor tritt.

[71]) Eine folche Vorkehrung findet fich befchrieben in: Polyt. Journ., Bd. 68, S. 405 – ferner in: *Building news*, Bd. 18, S. 294.

Digitized by Google

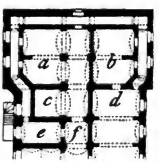
an einem Raume vorzuziehen, welcher ſelten oder nur von untergeordnetem Perſonal betreten wird. In letzteren Fällen muß man an beſonders weitgehende Vorſichtsmaßregeln, Armierungen etc. denken.

Den nicht immer zu erreichenden Vorteil der rings von Verkehrsräumen umgebenen Lage kann man geeignetenfalls auch durch Anlage eines Beobachtungsganges um alle oder mehrere Seiten des Treſorraumes erſetzen, welcher öfters von beſonderen Wächtern durchſchritten wird.

Der größeren Feuerſicherheit wegen legt man die Treſore gern in das Keller- oder wenigſtens in das Erdgeſchoß. Die letztere Lage iſt die bequemere und gegen Einbruch unter Umſtänden die ſicherere, beſonders dann, wenn der Raum unter dem Treſor öfters betreten wird. Dadurch wird die größte Gefahr, die des unbemerkten Unterminierens des Treſorfußbodens, weſentlich vermindert. In ähnlicher Weiſe ſollte die Decke beſtändig durch den Verkehr kontrolliert werden; denn Decke und Fußboden ſind die verwundbarſten Stellen des Treſors und müſſen daher, wenn man, wie dies ſehr oft der Fall, die Raumanlage nicht in der oben angedeuteten Weiſe treffen kann, beſonders feſt konſtruiert werden.

So untermauert man in Amerika kleine Treſore, in welchen nur ein Geldſchrank ſich befindet, mit einem maſſiven Mauerklotz vom Gebäudefundament an. Bei uns verfährt man jedoch bei Lage des Treſors im Erdgeſchoß in der Regel ſo, daß man den ringsummauerten Kellerraum mit Sand oder Schutt verfüllt. Für beſſer wird es aber gehalten, dieſen Raum mit dem Treſor durch eine Treppe in Verbindung zu ſetzen und ihn beſtändig zu beaufſichtigen.

Fig. 66.



Kaſſenräume mit Beobachtungsgang im Verwaltungsgebäude der Kgl. Bergwerks-Direktion zu St. Johann a. S.[72]).
1/300 w. Gr.

Dann ſollte man aber ſowohl den unteren, als auch den oberen Fußboden einbruchſicher herſtellen und die Treppenöffnung gleichfalls verſchließen können.

Liegen die Treſore nicht im Keller, ſo hat man auf die ſorgfältigſte Gründung Bedacht zu nehmen und die Mauern immer bis auf den gewachſenen Boden hinabzuführen.

Fig. 66[72]) zeigt die Anordnung eines Beobachtungsganges um den Kaſſen- und Dokumentenraum des Verwaltungsgebäudes der Königl. Bergwerks-Direktion zu St. Johann a. S. Derſelbe liegt im Erdgeſchoß des betreffenden Gebäudes. Die unter demſelben befindlichen Teile des Kellergeſchoſſes ſind mit Erde und Schutt ausgefüllt; darüber liegen Geſchäftszimmer. *a* iſt die Hauptkaſſe, *b* der Dokumentenraum, *c* die Handkaſſe, *d* die Buchhalterei, *e* die Packkammer und das Wächtergelaß und *f* das Zimmer des Rendanten. Eiſerne Türen, welche durch Tapetentüren verblendet ſind, ſchließen die Kaſſenräume nach dem Wächter- und Packzimmer, dem Rendantenzimmer und der Buchhalterei ab. Der Beobachtungsgang beginnt im Wächterzimmer und endet in der Buchhalterei. Äußere und innere Fenſter ſind ſtark vergittert. Die letzteren haben außerdem noch eiſerne Läden, und ihre Sohlbänke liegen 2 m über dem Fußboden. Die Kaſſenräume ſind ſtark überwölbt.

In den neueren engliſchen und nordamerikaniſchen Bankhäuſern iſt die Anordnung eines Beobachtungsganges um die oft ſehr ausgedehnten Treſore ſehr üblich.

Abbildungen der Grundriſſe des Gebäudes der *Mercantile Truſt & Depoſit Co.* in Baltimore mit dieſer Einrichtung finden ſich in den unten angegebenen Quellen[73]).

24. Treſorwände.

Als Mauermaterial empfehlen ſich für die Treſore, der Feſtigkeit und Feuerſicherheit wegen, feſtgeſte Klinker oder geſtampfter Zementbeton, wenn man nicht eine entſprechende Eigenſchaften beſitzende natürliche Steinart, wie Glimmer-

[72]) Nach: Zeitſchr. f. Bauw. 1882, S. 439 u. Bl. 56.

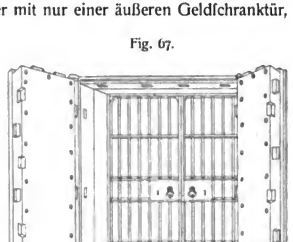
[73]) *American architect*, Bd. 17, Nr. 491 – und: *Moniteur des architectes* 1886, Pl. 16.

Digitized by Google

ſchiefer, Kieſelſandſtein, Trachyt etc. zur Verfügung hat. Die Mauern werden bei kleinen Anlagen $1^1/_2$ Stein, bei größeren 2 und mehr Stein ſtark gemacht und in Zementmörtel hergeſtellt. Als Zuſatz zur Miſchung des Betons werden beſonders harte und widerſtandsfähige Steine, wie Baſalt, genommen. Die Türöffnungen ſind in der früher angegebenen Weiſe zu verwahren (ſiehe Art. 5, S. 12).

Gewöhnlich wird die Öffnung mit zwei hintereinander liegenden Türen verſehen, und zwar entweder mit zwei Geldſchranktüren, von denen die innere dann mitunter als Schiebetür behandelt wird, oder mit nur einer äußeren Geldſchranktür, welche des bequemeren Verkehres wegen während der Geſchäftsſtunden in der Regel geöffnet bleibt, und einer inneren einfachen Eiſen- oder Gittertür (Fig. 67, 10 u. 39).

Fig. 67.



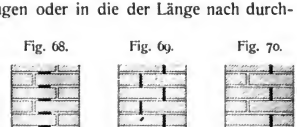
Treſortür von *Chubb*.

Hat der Treſor Fenſter, was häufig nicht der Fall iſt[74]), ſo müſſen dieſe in der früher ſchon angegebenen Weiſe durch ſtarke Gitter und durch Läden, welche den Kaſſenſchranktüren ähnlich konſtruiert ſind, verwahrt werden (ſiehe Fig. 43, S. 32). Die Verglaſung derſelben iſt in eiſerne Fenſterrahmen einzuſetzen.

Treſore für bedeutende Werte erhalten in oder an den Mauern noch beſondere Armierungen. Dieſe beſtehen entweder im Einlegen von Eiſen- oder Stahlſtäben in die Fugen des Mauerwerkes oder in einer Panzerung mit Gitterwerk, Eiſenbahnſchienen oder Platten.

α) Die einfachſte und billigſte, vielfach auch für praktiſch und ausreichend gehaltene Armierung beſteht im Einlegen von Flußeiſen- oder Flußſtahlſtäben von 65 mm Breite und 8 mm Dicke in die Lagerfugen oder in die der Länge nach durchlaufenden Zwiſchenfugen des Mauerwerkes.

Fig. 68. Fig. 69. Fig. 70.



$^1/_{10}$ w. Gr.

Die letztere Weiſe (Fig. 69) iſt die beſſere, weil die flach liegenden Schienen (Fig. 68) ſich leichter mit der Feile angreifen und auch eher auseinander biegen laſſen als die hochkantig geſtellten. Bei einer ſparſamen Ausführung kann wohl auch ein Stab um den anderen weggelaſſen werden (Fig. 70). Alsdann ſind aber die Schienen jedenfalls ſo hoch zu machen, wie Steindicke und Fugendicke zuſammen (alſo etwa 75 bis 80 mm). Auch mehrfache Lagen von Flachſchienen in einer Fuge ſind z. B. in der Dresdener Bank zu Dresden benutzt. (Siehe Teil IV, Halb-Band 2, Heft 2 [Abt. II, Abſchn. 2, B, Kap. 7, unter c] dieſes „Handbuches".)

Die Schienen können an den Mauerecken durch Verſchraubung verbunden werden. Bei Verwendung von Stahl muß das Bohren der zugehörigen Löcher in der Fabrik erfolgen.

Der Preis für Eiſenſchienen iſt dem von Zug- oder Balkenankern faſt gleich; Stahl iſt ſelbſtverſtändlich teuerer.

Die Querſchnittsabmeſſungen der Schienen werden verſchieden angenommen. Bei der

[74]) Die Treſore von größeren Bankhäuſern haben mitunter Fenſter, ſo u. a. der Treſor der Deutſchen Reichsbank in Berlin und jener der Bank für Handel und Induſtrie in Darmſtadt. Solche Fenſter ſind faſt unentbehrlich, wenn die Beamten ſich längere Zeit in den Treſorräumen aufzuhalten haben.

Digitized by Google

Treſoranlage der Deutſchen Reichsbank in Berlin wurden in jeder Schicht des Mauerſteinverbandes hochkantig geſtellte Eiſenſchienen von 65 mm Breite und 13 mm Dicke eingelegt. Bei den Treſorwänden von *Arnheim* kommen gedrehte Kreuzeiſen zur Anwendung, welche in Zementbeton eingelegt ſind. (Siehe an der gleichen Stelle dieſes „Handbuches“). Werden dieſelben in Ziegelwänden benutzt, ſo müſſen dieſe eine Stärke von 45, bezw. 58 cm erhalten, weil die zur Einlage der Eiſen dienende Fuge eine Breite von 6 bis 7 cm haben muß und mit Zementmörtel ausgefüllt wird. Die Aktien-Geſellſchaft „Panzer“ in Berlin verwendet dagegen Flacheiſen, einmal gedreht und nach Fig. 71 mit dem Mauerwerk verankert, dann aber auch mit einem ſchwach S-förmigen Profil (Fig. 72), um dadurch die Schwierigkeit des Anbohrens zu erhöhen.

Fig. 71.

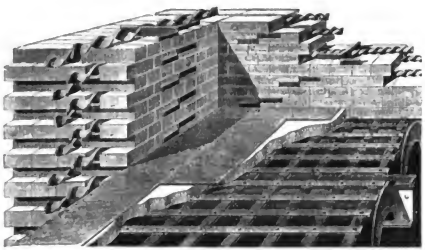
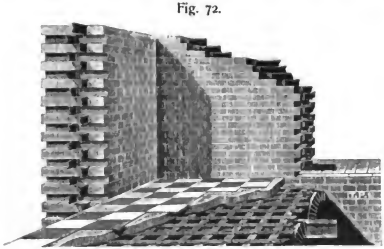


Fig. 72.



Armierung der Treſormauern.

β) Häufig kommt jetzt eine Gitterpanzerung aus ſich kreuzenden, vernieteten Flußſtahlſchienen zur Anwendung. Die Flacheiſen ſind 60 mm breit und 8 mm dick und bilden vernietet quadratiſche Maſchen von 100 mm Breite und Höhe. Die auf dieſe Weiſe hergeſtellten Gitterfelder werden entweder beim Aufführen des Mauerwerkes mit eingemauert oder, was des Mauerverbandes wegen vorzuziehen iſt, der Treſorraum wird mit ſolchen Maſchenfeldern innen ausgekleidet. Die einzelnen Gitterfelder werden hierbei an einem ſtarken Rahmen miteinander derart befeſtigt, daß gewiſſermaßen ein Käfig entſteht in der Größe und Form des Treſorraumes, der nur die eine Öffnung der Treſortür hat. Fig. 71 u. 72 zeigen ein ſolches Gitter-

Digitized by Google

werk über der Wölbung des Fußbodens im einzelnen, Fig. 73 die Anordnung bei Decken und Wänden in einem Treſor.

γ) Ebenſo häufig wird eine Panzerung mit Eiſenblechen verwendet. Sie iſt teuerer als die unter α und β aufgeführten Armierungen, hat aber den Vorteil, daß ſie ſchwerer als jene zu durchfeilen iſt. Zu Gunſten des Gitterwerkes ſpricht der Umſtand, daß begonnene Zerſtörungsarbeiten des Mauerwerkes bald bemerkt werden müſſen. Dieſer Vorteil geht aber verloren, wenn an die Wände Geldſchränke geſtellt oder, wie dies häufig vorkommt, an den Wänden Geſtelle angebracht werden, deren Fächer zur Aufnahme von Kaſſetten, Metallbarren oder Geldſäcken dienen. Stößt die Treſorwand unmittelbar an ein Nachbargrundſtück, ſo iſt nur durch Panzerung mit Verbundſtahl eine gewiſſe Sicherheit zu erwarten.

Die Verwendung von Stahl bei den drei beſprochenen Konſtruktionen macht dieſelben weſentlich teuerer ohne entſprechende Erhöhung der Sicherheit, da weicher Stahl wie Eiſen durchbohrt, Hartſtahl aber wegen ſeiner Sprödigkeit zerbrochen werden kann.

δ) Sehr große Sicherheit iſt zwar durch Panzerung mit dicht nebeneinander geſtellten und feſt miteinander verbundenen Eiſenbahnſtahlſchienen zu erzielen; doch werden dieſe Schienen bei Feuersbrunſt durch die Einwirkung der Glut wie Schraubenzieher gedreht und treiben dadurch das Mauerwerk auseinander; ſie ſind deshalb als feuergefährlich zu bezeichnen.

ε) Ebenfalls ſehr große Sicherheit erreicht man durch Panzerung mit *Siemens-Martin-* oder Verbundpanzerplatten, welche aus zuſammengeſchweißten oder zuſammengenieteten Eiſen- und Hartſtahlblechen beſtehen und daher die Zähigkeit des Eiſens mit der Härte des Stahles vereinen. (Vergl. auch Art. 4, S. 8.)

Bei dieſer Plattenpanzerung wird zunächſt ein Gerippe aus Winkelſtahl hergeſtellt, welches genau der Größe und Form des Treſorraumes entſpricht. An dieſes Gerippe werden die Panzerplatten, etwa 1,00 m breit und 2,00 m lang, in der Weiſe befeſtigt, daß das Loslöſen und Befeſtigen derſelben von außen unmöglich iſt. (Siehe hierüber auch Art. 5, S. 10.) Die Kanten der Panzerplatten müſſen dabei ſauber bearbeitet und geſchliffen ſein, ſo daß ſie eine durchaus dichte Fuge bilden. Außerdem werden die Plattenſtöße außen und innen noch mit Deckſchienen verſehen, ſo daß ſie gänzlich unangreifbar ſind. Auf dieſe Weiſe wird ein an allen Seiten geſchloſſener, nur mit der Türöffnung verſehener Kaſten aus Panzerplatten hergeſtellt, welcher in den Ecken noch durch beſonders zuſammengeſchweißte Eckkappen verſtärkt iſt. Die zur Verwendung kommenden *Siemens-Martin-* oder Compoundpanzerplatten haben Stärken von 6,5 oder 10,0 mm. Wie in Fig. 11 u. 12 (S. 10) zu ſehen war, werden bei dieſer Verbindung lange und kurze Verbindungsſchrauben abwechſelnd benutzt; die kleinen Schrauben verbinden die Panzerplatten mit der äußeren Deckſchiene und können, da ihre Köpfe auf der inneren Schiene aufſitzen, von außen nicht zurückgedreht werden; die großen Schrauben verbinden die innere Deckſchiene mit der Panzerplatte und der äußeren Deckſchiene. Durch die wechſelnde, unregelmäßige Verwendung beider Sorten, welche von außen nicht zu unterſcheiden ſind, iſt das Beſeitigen dieſer Panzerſchrauben faſt unmöglich. Nimmt man die Außenlaſche mindeſtens 13 mm ſtark, ſo reichen die Verbindungsſchrauben nicht durch dieſe äußere, abgeſchrägte Deckſchiene durch, und demgemäß iſt überhaupt von außen keine Verbindungsſchraube zu ſehen (Fig. 74). Zum Überfluß werden auch bei dieſer Verbindung große und kleine Schrauben verwendet.

Mitunter iſt eine Seite des Panzerraumes infolge fortwährender Bewachung, beſonders ſtarken Mauerwerkes oder anderer günſtiger Umſtände weniger gefährdet als diejenige anderen Seiten. Dann empfiehlt es ſich, gemiſchte Panzerung zu verwenden, d. h. für die gefährdeten Stellen ſtarke und für die weniger gefährdeten ſchwächere Panzerung.

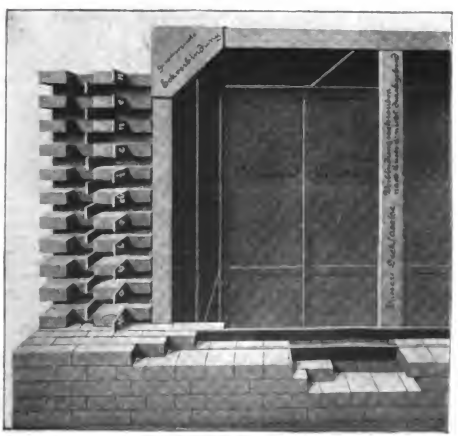
In Fig. 74 iſt die Verbindung der Panzerplatten zu einer ſolchen Wand dargeſtellt, bei welcher die Verbindungsſchrauben nicht nach außen durchgehen. Dadurch, daß man Fußboden, Wände und Decke mit derartigen Panzerplatten, die Wände außerdem mit Stahlſchienen, Decke und Fußboden aber mit Stahlgitter-

Digitized by Google

Fig. 73.

Armierung eines Trefors mit Gitterwerk.

Fig. 74.



Mit Panzerplatten armierter Trefor.

Digitized by Google

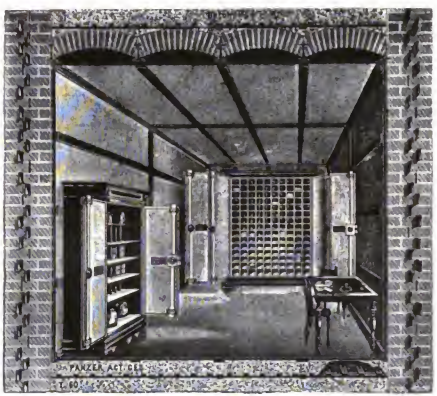
panzerung und Betonſchicht bekleidet, kann man, wie in Fig. 75 verdeutlicht, die denkbar größte Einbruchsſicherheit erreichen.

In Amerika verringert man mitunter die Koſten dieſer ſehr teueren und ſchwierig herzuſtellenden Konſtruktion dadurch, daß man auf dem Eiſenblech ein Netzwerk von Stahlſtäben mit etwa 16 cm Maſchenweite anbringt.

Zur Erhöhung der Dauer der Armierungen dürfte eine Verzinkung aller Eiſenteile ſehr zweckmäßig ſein. Nur wo das Eiſen von Zement umhüllt wird, bleibt die Verzinkung beſſer fort.

Die Beſchreibung und Abbildung einer älteren Panzerung eines Kaſſenzimmers findet ſich in der unten angegebenen Quelle[78]). Das betreffende Gemach iſt 3,80 m lang, 2,22 m breit und 2,53 m hoch und beſteht aus einem aus drei Teilen zuſammengenieteten waſſerdichten Behältnis aus 4,4 mm dickem, verzinktem Eiſenblech, welches in 315 mm ſtarke Mauern eingeſetzt iſt und mit der Kaſſenſchranktür, aber ohne Mauerwerk, 1600 Gulden ö. W. gekoſtet hat (1865).

Fig. 75.



Querſchnitt eines gepanzerten und armierten Trefors.

Nach Angaben von *S. J. Arnheim* in Berlin, welcher ſchon ſehr viele Treforeinrichtungen geliefert hat, koſtet (1882) eine Gitterpanzerung aus Eiſenſtäben von 39×10 mm Stärke und 100 mm Maſchenweite (einſchl. Befeſtigungseiſen und Dübel) für 1 qm 24 Mark; eine Eiſenblechpanzerung (einſchl. Befeſtigung) von 5, 6 und 7 mm Stärke bezw. 40, 47 und 54 Mark; eine Panzerung mit Patentpanzerplatten (einſchl. Befeſtigungsſchienen und Verbindung) von 5, 6 und 7 mm Stärke bezw. 75, 87,5 und 100 Mark.

Die ſog. Stahlkammer der Hamburger Filiale der Deutſchen Bank, in welcher unter Mitverſchluß der Inhaber gegen Miete in Wandkaſten (*Safes*) Wertpapiere aufbewahrt werden, hat ungefähr 10,50 m Länge und 3,50 m Breite und iſt auf der Innenſeite mit den unter 8 erwähnten Eiſenbahnſtahlſchienen gepanzert. Die Mauern ſind in Zementmörtel 50, bezw. 70 cm ſtark aufgeführt und ebenfalls mit Stahlſchienen durchſetzt. Die Stahlkammer wurde 1888 nach *Haller*'s Angaben hergeſtellt und liegt mit einer Langſeite an der Nachbargrenze.

[78]) Zeitſchr. d. öſt. Ing.- u. Arch.-Ver. 1866, S. 248.

Digitized by Google

Der von *Chubb & Son* für die *National Bank of Scotland* in Edinburgh 1885 konſtruierte Treſor[76]) hat Panzerplatten, die aus weichem und hartem Stahl zuſammengeſetzt und von einer ſtarken Betonmauer umſchloſſen ſind. Der Treſorraum iſt 15,25 m lang, 4,27 m weit und in drei Abteilungen geſchieden, von denen jede durch eine Tür (1,016 m breit, 2,115 m hoch und 0,178 m dick) zugänglich iſt. Die Türen haben je 20 von den in Art. 12 (S. 28) erwähnten Diagonalriegeln, und jede wiegt ungefähr 1,5 t. Hinter denſelben ſind ſelbſtſchließende Gittertüren angeordnet. Die Scheidewände ſind nach Art derjenigen der Kaſſenſchränke mit einer die Wärme ſchlecht leitenden Füllung hergeſtellt und ſind 10,0 bis 12,5 cm dick. Sie haben für gewöhnlich geſchloſſene, kleine feuerſichere Türen (oder beſſer Mannlöcher), durch welche man im Notfalle aus einer Abteilung in die andere gelangen kann. Das Eiſenwerk wiegt zuſammen 100 t. Der Treſor iſt von einem Beobachtungsgang umzogen.

7) Der Vollſtändigkeit wegen ſei hier noch die von *M. Mc Lean* erfundene Sicherung der Wände von Treſoren oder Gefängniszellen erwähnt, welche aus einem in oder auf der Wand angebrachten Netzwerk von Waſſerrohren beſteht[77]).

Die Rohre durchkreuzen ſich rechtwinkelig in Abſtänden von etwa 25 cm. Vier derſelben müſſen durchſchnitten werden, um das Durchdringen der Wand zu ermöglichen. Der Einbruch verrät ſich alſo durch eine Überſchwemmung, ſowie durch Druckverminderung in dem im Wächterzimmer angebrachten Druckmeſſer. Dieſes Röhrennetzwerk kann auch für Decken und Fenſtergitter angewendet werden.

35. Treſordecken.

Die Treſorräume ſind mit ſtarken Gewölben oder Betonmauerwerk über ſtarken eiſernen Trägern zu überdecken. Gewöhnlich wird, wie aus Fig. 75 hervorgeht, beides angewendet. Bei kleinen Treſors genügt eine Gewölbedicke von 25 cm; bei wichtigeren Anlagen iſt jedoch dieſe Dicke zu vergrößern. Darüber folgt dann eine mindeſtens 35 cm dicke Sandſchicht, um bei Bränden die Hitze abzuhalten und auch die Wucht der Stöße einſtürzender Bauteile zu vermindern. Dieſe Sandbeſchüttung iſt bei Verwendung einer Betonüberdeckung überflüſſig.

Eine Armierung kann, wie bei den Wänden, durch Einlegen von Eiſenſchienen in den Wölbverband, bezw. die Rollſchichten, oder durch eine der bei den Wänden ausgeführten Panzerungen erfolgen. Iſt die Wölbung über eiſernen Trägern ausgeführt, ſo verwendet man wohl auch zur Panzerung gebogene Platten oder bombierte Wellbleche oder Gitter, die ihr Auflager auf den Trägerflanſchen finden, Konſtruktionen, die jedoch nur eine geringe Sicherheit gewähren.

Bei der in Art. 24 erwähnten Stahlkammer der Hamburger Filiale der Deutſchen Bank iſt die Decke den Wänden ähnlich hergeſtellt, d. h. ſie beſteht aus dicht nebeneinander gelegten und gut verbundenen Eiſenbahnſtahlſchienen, überdeckt mit einer 70 cm ſtarken Betonſchicht.

Die Decke über dem Schatzraum für Wertpapiere *(Salle des titres)* des neuen Rathauſes in Paris iſt gegen Einbruch mittels Durchſtemmen durch ein an ihrer Unterſeite angebrachtes Gitter geſchützt. Die Decke beſteht aus Kappen, zwiſchen I-Trägern gewölbt, die auf 3,56 m voneinander entfernten Blechträgern ruhen. Auf der unteren Gurtung der letzteren finden I-Eiſen ihr Auflager, die ihrerſeits dreimal durch hochkantig gelegte Flacheiſen verbunden ſind, welche die 27 × 22 mm ſtarken und etwa 15 cm voneinander entfernten Vierkanteiſen des Gitters tragen. Dieſes iſt mit Stuck ausgeſtakt und bündig mit der Unterkante der Hauptträger verputzt[78]).

36. Treſorfußböden.

Auf die Gefahr der Unterminierung der Treſore und auf einige Abwehrmittel gegen dieſelbe wurde ſchon in Art. 23 (S. 43) aufmerkſam gemacht. Zu dieſen hat nun noch ſehr ſorgfältige und feſte Ausführung zu treten. Eine ſtarke Zementbetonſchicht und ein Belag mit mehreren Klinkerſchichten oder mit Granit- oder Eiſenplatten wird bei im Kellergeſchoß gelegenen Treſoren in der Regel genügen.

Bei der Deutſchen Reichsbank in Berlin hielt man einen Belag mit ſtarken Granitplatten wegen der hohen Lage des Grundwaſſerſtandes, welcher eine Unterminierung erſchweren würde, für ausreichend. Allerdings ſetzt dies voraus, daß der Grundwaſſerſtand im Lauf der Zeit nicht ſinkt.

Bei der im Kellergeſchoß gelegenen, in Art. 24 u. 25 (ſchon beſprochenen Stahlkammer in

[76]) Nach: *Builder*, Bd. 49, S. 373 — und: *American architect*, Bd. 18, S. 188.

[77]) Siehe: Baugwksztg. 1883, S. 546 (nach: *Scientific American*).

[78]) Nach: Contag, M. Neuere Eiſenkonſtruktionen des Hochbaues in Belgien und Frankreich. Berlin 1889. S. 17.

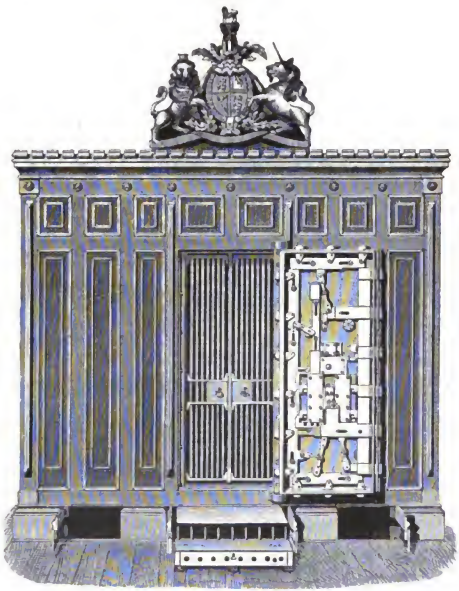
Digitized by Google

Hamburg befteht der Fußboden aus ftarken Eifenplatten, welche auf einer ungefähr 2,50 m mächtigen und bis auf den immerwährenden Grundwafferftand hinabreichenden Betonfchicht ruhen.

Liegt der Trefor im Erdgefchoß oder in einem oberen Stockwerke, fo müffen, wenn eine Ausfüllung der unter ihm befindlichen Räume nicht beliebt wird, unter demfelben ftarke Gewölbe angeordnet werden, welche der größeren Feuerficherheit wegen ohne Anwendung von Eifenträgern auszuführen find.

Zu diefen Konftruktionen können noch die bei den Wänden befprochenen Armierungen (fiehe Art. 24, S. 44) treten, welche in Fig. 71, 72 u. 75 verdeutlicht find.

Fig. 76.



Geldfchrankartiger Trefor [79]).

2) Geldfchrankartige Trefore.

27. Befchreibung.

In England find mehrfach an Stelle der gemauerten Trefore folche zur Anwendung gekommen, welche fich von den Geldfchränken nur durch die Größe unterfcheiden. Sie werden in fchon an und für fich ficheren Räumen aufgebaut und können bei gefchickter Aufftellung leicht ringsum beaufiichtigt werden. Stehen

[79]) Fakf.-Repr. nach: *Stummer*'s Ing., Bd. 4, S 247.

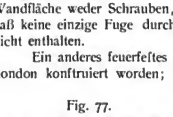
Digitized by Google

ſie über dem Kellergeſchoß, ſo ſind wegen des großen Gewichtes derſelben ſehr ſtarke Unterbauten notwendig. Auch bei ihnen hält man häufig einen niedrigen Hohlraum unter dem Plattenboden für erforderlich. Im Inneren bilden dieſe Treſore entweder einen einzigen Raum, oder ſie werden in einzelne hintereinander gelegene Abteilungen zerlegt.

Ein in London von *Chubb & Son*[80]) für ein Bankgeſchäft konſtruierter Treſor (engl. *Strong-room*) iſt 6,10 m lang, 3,66 m breit, 2,74 m hoch und wiegt nahe an 23,5 t. Er enthält drei Räume: zunächſt einen Vorraum, in welchem mehrere Eiſenkaſſen aufgeſtellt ſind, und zwei ſtärker gebaute Abteilungen, von denen die erſte zur Aufnahme von gemünztem Gold und Metallbarren dient, während die dritte, geräumigſte Abteilung an den Wänden eiſerne Geſtelle mit Fächern zum Unterbringen von Kaſſetten hat. Ein beſonderer, eigens verſchließbarer Teil dieſer Fächer iſt zur Aufbewahrung von Juwelen und beſonderen Werten beſtimmt. Die Haupttür iſt aus Schweißeiſen und Stahl hergeſtellt und wiegt etwa 1 t; ſie wird mittels zweier *Chubb*-Schlöſſer abgeſperrt. Bei Tage bleibt dieſe Kaſſentür offen, und eine eiſerne Jalouſietür vermittelt die nötige Lüftung des inneren Kaſſenraumes. – Mit Rückſicht auf den Transport iſt das ganze Kaſſenzimmer in einzelne Stücke zerlegbar, welche jedoch alle von innen heraus zuſammengeſetzt werden, ſo daß an der äußeren Wandfläche weder Schrauben, noch Niete hervortreten, und alle Platten übergreifen ſich dergeſtalt, daß keine einzige Fuge durch die ganze Wanddicke geht. Eine Koſtenangabe iſt in der Quelle nicht enthalten.

Ein anderes feuerfeſtes und einbruchſicheres Kaſſenzimmer iſt von *Hobbs, Hart & Co.* in London konſtruiert worden; dasſelbe iſt 4,27 m breit, 2,29 m tief und 3,66 m hoch. Fig. 76[79]) zeigt eine äußere Anſicht dieſes Kaſſenzimmers, welches nahezu 35 t wiegt und 2500 £ gekoſtet hat. Es iſt aus 62 einzelnen Teilen mit der größten Genauigkeit zuſammengefetzt und hat doppelte Wände (Fig. 77), von denen die innere die feuerſichere, die äußere die einbruchſichere Wand genannt werden kann. Zwiſchen dieſen beiden Wänden iſt ein Luftraum zur Erhöhung der Feuerſicherheit frei gelaſſen. Unter dem Treſor iſt ein gut zuſammengefügter Boden aus 16 mm ſtarken Eiſenplatten, auf welchem die Träger für das eigentliche Kaſſenzimmer aufruhen, ſo daß zwiſchen ihnen ein Hohlraum entſteht, der das Unterminieren verhindern ſoll. Dieſer Hohlraum iſt nach vorn mit Türen verſehen. – Die Haupttür hat verſchiedene Schlöſſer, deren Schlüſſel permutierbare Bärte haben. Die Schlöſſer werden von außen durch eine einfache Vorrichtung vollſtändig gedeckt, um das Aufſprengen mit Pulver oder Dynamit zu verhindern. Hinter dieſer Tür iſt zur Benutzung während des Tages eine Gittertür vorhanden. – Die äußeren Wände beſtehen aus 16 mm dicken Staffordſhire-Eiſenblechen, die mit fehr kohlenſtoffreichen Stahlplatten verkleidet ſind, welche ſich ohne vorheriges Erhitzen nicht anbohren laſſen.

Fig. 77.



Ein ähnliches einbruchſicheres Gemach iſt für *Windſor Caſtle* zur Aufbewahrung der Juwelen der Königin von England angefertigt worden.

Ein in New-York für die Haſſau-Bank hergeſtellter Treſor iſt 10,68 m lang, 6,71 m breit und ungefähr 3,65 m hoch. Seine Wände beſtehen aus zwei Panzern von Chromſtahlplatten (vergl. Art. 4, S. 8) mit einer 23 cm dicken Zwiſchenlage von einer Art feuerfeſtem Zement (Franklinit[81]).

Ebenfalls von fehr großer Ausdehnung ſind die Treſore *The Chancery — Lane Safe Depoſit* zu London. In einem großen, erſt nach verſchiedenen Umſtändlichkeiten erreichbaren inneren Raume *(Safe-veſtibule)* ſind außer einem Treſor für Aufbewahrung von Silbergeſchirr und einem ſolchen für Geldkaſten, die nur über Nacht aufgehoben werden ſollen, noch vier Treſore aufgeſtellt, in welchen zur Verwahrung von Dokumenten und anderen Wertpapieren 5000 Einzelabteilungen angebracht ſind. Dieſe letzteren Treſore haben ein Geſamtgewicht von 500 t, und jede der Türen derſelben wiegt 2 t. Dieſe Türen beſitzen ein mechaniſches Uhrwerk (ſiehe Art. 11, S. 26), welches das Öffnen nur zu gewiſſen Stunden geſtattet, ſo daß auch die Schlüſſelbeſitzer außer der Geſchäftszeit nicht in das Innere gelangen können. Die Wände ſind aus Keſſelblech mit Stahlbleheinlagen hergeſtellt und ſollen außerordentlich ſtark ſein. Das Innere wird durch elektriſches Licht beleuchtet; doch iſt zur Aushilfe auch Gasbeleuchtung vorgeſehen. Die Treſore ruhen auf eiſernen Säulen der unter ihnen befindlichen gewölbten Räume und ſind vollſtändig von allen Mauern getrennt, ſo daß

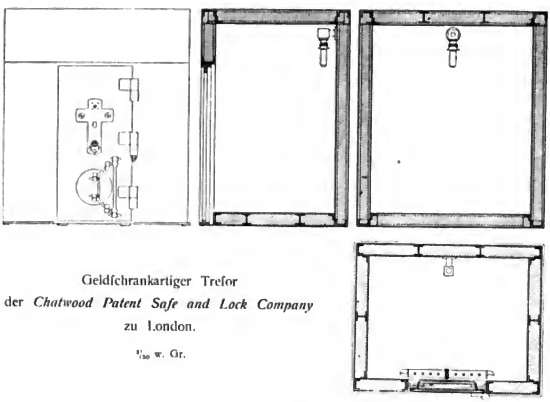
[80]) Siehe: *Engineer*, Bd. 42, S. 343 – und: Polyt. Journ., Bd. 223, S. 108.
[81]) Siehe: Baugwksztg. 1883, S. 13.

Digitized by Google

ſie in der Nacht ringsum, von unten und oben bewacht werden können. Sie wurden 1885 von *Meſſrs. Milner* ausgeführt[82]).

Fig. 78 zeigt einen kleineren geldſchrankartigen Treſor, welcher auf der Ausſtellung in Manchester (1887) von der ***Chatwood Patent Safe and Lock Company*** zu London ausgeſtellt war, in Anſicht, Querſchnitt, Längenſchnitt und Grundriß. Die äußeren Abmeſſungen ſind 1,676 m Breite, 2,134 m Länge und 2,438 m Höhe. Wände, Boden und Decke ſind gleichartig aus Stahlplatten hergeſtellt, welche an ſtählerne I- und L-Schienen genietet ſind. Die Tür hat eine aus weichem und hartem Stahl angefertigte Panzerplatte. Die Herſtellung derſelben erfolgte in der Weiſe, daß zwei Platten von Stahl mit geringem Kohlenſtoffgehalt mit einer zwiſchen ihnen befindlichen von hohem Kohlenſtoffgehalt zuſammengeſchweißt und dann ausgewalzt wurden. Nachher fand erſt die Härtung ſtatt. (Über ſolche Platten vergl. Art. 4, S. 8.) Die Hohlräume der Wände ſind mit einer Maſſe ausgefüllt, welche beim Erhitzen Kriſtalliſationswaſſer abgibt, das verdampft und die durch

Fig. 78.



Geldſchrankartiger Treſor
der *Chatwood Patent Safe and Lock Company*
zu London.
1/30 w. Gr.

den äußeren Panzer eingedrungene Hitze am Vordringen in das Innere des Treſors abhalten ſoll. Die Tür hat in ihrer unteren Hälfte eine beſonders verſchloſſene Öffnung (Mannloch), welche nur im Notfalle benutzt werden ſoll, wenn der Türſchlüſſel verloren worden ſein ſollte. Sie kann nur mit einem beſonderen, an einem ſicheren Orte aufzubewahrenden Schlüſſel geöffnet werden, nachdem vier an der Tür befindliche Zifferblätter auf gewiſſe Buchſtaben, die beliebig verändert werden können, eingeſtellt worden ſind. Das Innere des Treſors iſt mit Gas beleuchtet[83]).

Zur Bildung der Wände könnte wohl auch die von ***E. de Limon*** in Düſſeldorf vorgeſchlagene Panzerung aus ungleichmäßig gehärteten und zuſammengenieteten Stahlwellblechen, welche in den Wellen gegeneinander verſchoben ſind, Verwendung finden. Die Hohlräume ſollen mit ſchlechten Wärmeleitern ausgefüllt werden[84]).

Fig. 79 zeigt eine freiſtehende, von der Aktien-Geſellſchaft „Panzer“ aus ſtärkſten Verbundſtahlplatten hergeſtellte freiſtehende Stahlkammer. Zwei Türen führen hinein, die eine zum *Safe*-Treſor, die andere zum Bankeffekten-Treſor. Die Ausführung iſt gleich der in Art. 5 (S. 10) beſchriebenen für Geldſpinden. Kann ein ſolcher Treſor nicht in einem feuerſicheren Raume ganz frei ſtehen, ſo muß er nach Fig. 80 durch eine Umhüllung mit Zementbeton feuerſicher gemacht werden. Die ringsum freiſtehenden Wände geſtatten die ſchärfſte Kontrolle.

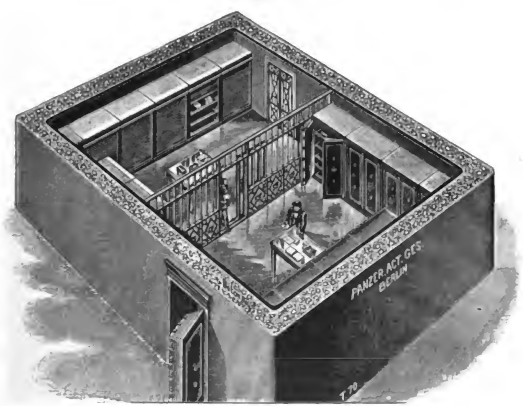
[82]) Nach: ***Builder,*** Bd. 48, S. 671.
[83]) Nach: ***Engng.,*** Bd. 44, S. 574.
[84]) Siehe: Schweiz. Gewbbl. 1878, S. 240.

Digitized by Google

Fig. 79.

Freiſtehende Stahlkammer.

Fig. 80.



Feuerſichere freiſtehende Stahlkammer.

d) Beleuchtung.

28. Verſchiedenartigkeit.

Auch die Art der Beleuchtung kann nicht nur mit der Feuer-, ſondern auch der Einbruchſicherheit eines Treſors in gewiſſer Verbindung ſtehen. In Betracht kommen hierbei Kerzen-, Petroleumlicht, Gas- und elektriſche Beleuchtung. Kerzenlicht iſt inſofern nicht gefährlich, als man Halter oder Leuchter mit ſo großen Metallmanſchetten verſehen kann, daß Kerzen, welche man auszulöſchen vergeſſen hat, ruhig zu Ende brennen können. Beleuchtung mit Petroleumlampen iſt deshalb nicht anzuraten, weil beim Umwerfen einer Lampe eine Exploſions- und

Digitized by Google

Feuersgefahr hervorgerufen wird. Statt deſſen wäre die Benutzung von Rüböl weſentlich ungefährlicher.

Gasrohre führt man nur höchſt ungern in Treſore ein. Bei kleinen Räumen dürfte es in den meiſten Fällen genügen, an der Tür einen drehbaren, ſo langen Gasarm anzubringen, daß er nach dem Öffnen der erſteren noch etwas in den Raum hineinreicht. Vor dem Schließen der Tür muß er nach außen zurückgedreht werden. Im Raume ſelbſt befindliche Rohre bringen natürlich eine Exploſionsgefahr mit ſich. Um dieſe zu beſeitigen, muß man über oder in möglichſter Nähe des Gasauslaſſes einen kleinen Abzugskanal anbringen, welcher in ein warmes Lüftungsrohr mündet; derſelbe muß in Zementmauerwerk ausgeführt und mindeſtens 50 cm lang ſein, darf aber keinen größeren Durchmeſſer als 7 cm erhalten. Er muß ſeine Richtung mehrmals ändern, und es iſt auch bei ſeiner Anlage zu beachten, daß in keiner Weiſe brennbare oder Exploſivkörper durch ihn in den Treſor geworfen werden können.

Bei ſolchen Stahlkammern, welche in größeren Banken auch als Arbeitsraum dienen müſſen und welche keine Fenſter, alſo nicht die Möglichkeit einer Lüftung haben, kann ein ſolches Rohr auch hierfür benutzt werden; doch iſt dann das Einführen in ein irgendwie erwärmtes Rohr für eine gute Wirkſamkeit um ſo notwendiger.

Bei Anwendung von elektriſcher Beleuchtung kann weniger Kurzſchluß als ein plötzliches Erlöſchen der Lampen gefahrbringend ſein. Um dieſe zu verhindern, iſt die Verwendung von Akkumulatoren anzuraten.

e) Bewegliche Kaſſenſchränke und Vortreſore.

20. Einrichtung.

Schon dadurch, daß der Treſor neben der feuer- und diebesſicheren Tür noch mit einer einfachen, verſchließbaren Gittertür verſehen iſt, ſucht man den Verkehr zu erleichtern, weil es nicht möglich iſt, wegen Unterbringung oder Herbeiſchaffung jedes koſtbaren Dokuments in umſtändlicher Weiſe die Treſortür zu öffnen. Bei größeren Banken benutzt man aus demſelben Grunde bewegliche, auf Rädern ruhende Kaſſenſchränke, wie in Fig. 81 dargeſtellt, welche wie die anderen aus Verbundſtahlblech ausgeführt ſind. Die Tür iſt ebenfalls mit treppenartigen Abſtufungen, außerdem aber noch mit einer Exzenterhebelvorrichtung verſehen, um ſie vollkommen luftdicht einpreſſen zu können. Auf dem Räderwerk läßt ſich dieſer Schrank bequem in das Panzergewölbe hinein- und daraus herausſchieben.

Fig. 81.

Beweglicher Kaſſenſchrank.

Noch zweckmäßiger iſt die Anordnung von Vortreſoren, bei welchen vorzugsweiſe die Feuerſicherheit, weniger die Einbruchsſicherheit ins Auge zu faſſen iſt.

Bei der Reichsbank in Berlin iſt zum Abſchluß ſeitens der Firma *Bernhardt & Co.* in Berlin eine ähnliche Anordnung getroffen worden, wie ſie bereits in Teil III, Band 3, Heft 1 (2. Aufl., Art. 493,

Digitized by Google

S. 190) dieſes „Handbuches“ beſchrieben wurde. Dieſelbe ermöglicht, die geſamte Abteilung zu gleicher Zeit nach außen mittels Wellblechläden abzuſchließen, welche durch Öffnen eines Hahnes der Waſſerleitung in Bewegung geſetzt werden.

Dient ein Vortreſor als Sammelpunkt für eine Anzahl ſich anſchließender Einzeltreſore, ſo wird vielfach die Vorſicht gebraucht, daß nur dann ein ſolcher Einzeltreſor geöffnet werden kann, wenn alle übrigen geſchloſſen ſind. Dieſes Schließen geſchieht mittels elektriſchen Kontaktes, welcher nur von einem Zentralpunkte aus freigegeben werden kann.

f) Sicherung durch Meldevorrichtungen.

30. Allgemeines.

In Art. 1 (S. 1) wurde bereits darauf hingewieſen, daß vollſtändige Sicherheit gegen unbefugte Eingriffe auf das Eigentum auch bei ſinnreichſter und beſter Konſtruktion der Sicherheitsvorrichtungen nur durch ſorgfältige und unermüdliche Überwachung erzielt werden könne und daß es Sache der Technik ſei, dieſe Überwachung zu erleichtern. Weſentliche Hilfsmittel zu dieſem Zwecke ſind die Meldevorrichtungen, auch Signal- und Alarmvorrichtungen genannt. (Siehe darüber auch Teil III, Band 3, Heft 1 [2. Aufl.: Art. 398 u. 399, S. 324 u. 325] dieſes „Handbuches“.)

In der Regel ſollen dieſelben durch Geräuſch den Bewachenden darauf aufmerkſam machen, ſobald ein beſtimmter Verſchluß geöffnet oder an gewiſſe Gegenſtände von Unbefugten herangetreten wird.

Dieſe Signale werden entweder durch mechaniſche oder elektriſche Vorrichtungen hervorgebracht.

Bei den großen Fortſchritten in der Anwendung der Elektrizität iſt namentlich der letztere Weg der bevorzugtere und zweckmäßigere. Da aber die elektriſchen Haustelegraphen an anderer Stelle (Teil III, Band 3, Heft 2 dieſes „Handbuches“, Abt. IV, Abſchn. 2, C) behandelt werden, ſo können wir uns hier auf einige Bemerkungen über die verſchiedenen Arten der Meldevorrichtungen beſchränken.

31. Arten der Meldevorrichtungen.

Eine ſehr verbreitete Einrichtung iſt die der Anbringung von Glocken an den Türen, welche durch deren Öffnen und Schließen zum Erklingen gebracht werden.

Gewöhnlich begnügt man ſich mit einem einzelnen Glockenton, namentlich in Geſchäftsräumen, in denen ein anhaltender Verkehr ſtattfindet. In anderen Fällen iſt es aber erwünſcht, daß das Klingeln während der ganzen Zeit des Offenſtehens der Tür fortdauert, oder, wenn wirkliche Sicherheit gegen das Eindringen von unberechtigten Perſonen geboten ſein ſoll, daß das Klingeln auch noch nach dem Wiederſchließen nicht aufhört. Alle dieſe Einrichtungen ſind mit Hilfe des elektriſchen Stromes leicht herzuſtellen, während die mechaniſchen Vorkehrungen, beſonders wenn das Klingeln fortdauern ſoll, bis es abgeſtellt wird, umſtändlich ſind und das Anbringen von Uhrwerken erfordern.

Von den hierher gehörigen mechaniſchen Apparaten mag ein in unten angegebener Quelle[52]) beſchriebener erwähnt werden, welcher durch Vorkehrungen im Türſchloß den Eintritt oder Austritt einer Perſon durch verſchiedene Glockenſignale kenntlich macht und ſich durch Anbringen von zwei Doppelglocken dahin erweitern läßt, daß das Erkennen des Öffnens und Schließens von außen oder innen durch vier verſchiedene Signale möglich wird.

Ebendaſelbſt[52]) wird auf eine in der Bremer Gegend angewendete Konſtruktion aufmerkſam gemacht, bei welcher am Türriegel ein bogenförmiger Eiſenſtab befeſtigt iſt, welcher 5 bis 6 Glocken

[52]) Deutſche Bauz. 1875, S. 113.
[52]) Deutſche Bauz. 1875, S. 411.

Digitized by Google

von ungleicher Größe trägt. Eine an der Tür angebrachte Feder ſtreift beim Auf- und Zugehen die Glocken der Reihe nach. An der mit umgekehrter Reihenfolge der Töne entſtehenden Tonleiter iſt leicht zu erkennen, ob die Tür zum Öffnen oder Schließen in Bewegung gefetzt iſt, und ebenſo iſt erkennbar, ob die Tür in halb geöffnetem Zuſtande gelaſſen wird.

Hierher gehören auch der „Elektriſche Türkontakt mit ſelbſttätiger Aus- und Einſchaltung“ von *H. Barchewitz* in Breslau [87]) und die Vorrichtung von *H. Haack & M. Haack* in Bramfeld [88]) für Türen, welche je nach ihrer Schwingungsrichtung verſchiedene Töne durch eine Glocke und eine Saite geben.

An den Fenſtern können ähnliche Vorkehrungen getroffen werden.

Außer den bisher erwähnten Einrichtungen, die fortwährend arbeiten ſollen, gibt es nun auch ſolche, welche nur zu gewiſſen Zeiten in Tätigkeit treten dürfen, um entweder durch ſtarke Geräuſche, wie Geläute oder Schüſſe, oder durch beides vereinigt Diebe oder Einbrecher zu verſcheuchen, oder um dieſen unbewußt den Eigentümer oder den Wächter zu benachrichtigen, bezw. im Schlafzimmer zu wecken.

Die Einrichtungen erſterer Art beſtanden früher darin, daß beim Öffnen von Türen und Fenſtern Explofionen von Knallpulver unmittelbar herbeigeführt wurden (ſog. Diebsſchrecker [89]), oder daß man diefelben oder das Ertönen eines Geläutes mittelbar durch Berührung von ausgeſpannten Drähten herbeiführte (Schloß von *Wilkinſon* [90]) oder Vorrichtung von *Fickell* [91]).

Fig. 82.

Ein tragbarer Apparat mit Läutewerk iſt der von *H. Völtz* in Berlin [92]). Derſelbe wird gegen die Innenſeite der Tür gelehnt und ſtemmt ſich gegen den Fußboden. Er dient teils als unmittelbares Sperrmittel, teils wirkt er dadurch, daß beim Verſuch des Eintrittes ein ſtarkes Geräuſch vermittels eines Uhrwerkes hervorgebracht wird, ſolange der Druck auf dasſelbe dauert.

Ein tragbarer Klingelapparat, welchen Reiſende an den Drehknöpfen der Hoteltüren befeſtigen können, iſt derjenige von *Patterſon* [93]).

Jetzt werden ſolche Einrichtungen auch mit Hilfe der Elektrizität getroffen.

Hierher gehört die Sicherheitsvorrichtung für Geldſchränke von *Louis Rentzſch* [94]), welche aus einem in einen Rahmen geſpannten Netz von Telegraphendrähten beſteht, welches über den Schrank geſtellt oder daran befeſtigt wird. Um an den Schrank zu unbefugtem Öffnen gelangen zu können, muß unbedingt einer der Drähte zerſtört werden, wodurch eine an beliebiger Stelle anzubringende Lärmglocke in Tätigkeit gefetzt wird. Dieſe Einrichtung iſt auch für Türen und Fenſter anwendbar.

Verwandte Vorkehrungen ſind der „Kontakt für Alarmvorrichtung“ von *J. F. Klentze & Co.* in Hamburg [95]) und die „Sicherheitsvorrichtung gegen Einbruch“ von *Eduard Bettelheim* in Mailand [96]).

Kontaktvorrichtung des Lärmapparates „Argus“.

Meldevorrichtungen mit Glocke oder mit Schuß und Glocke, mit und ohne Hilfe der Elektrizität, ſind in neuerer Zeit mehrfach patentiert worden. Hier mögen als ſolche noch angeführt werden: *Welter*'s Schieß- und Läuteapparat zur Sicherung gegen Diebe [97]), *Bauer*'s elektriſche Sicher-

---

[87]) D. R.-P. Nr. 38304 (Auszüge a. d. Patentſchr. 1887, S. 118).
[88]) D. R.-P. Nr. 30215 (ebendaſ. 1885, S. 214).
[89]) Siehe: Polyt. Journ., Bd. 10, S. 511 – und: Schweiz. Gewbbl. 1880, S. 143.
[90]) Siehe: Polyt. Journ., Bd. 65, S. 288.
[91]) Siehe ebendaſ., Bd. 8, S. 48.
[92]) Siehe: Deutſche Bauz. 1875, S. 114.
[93]) Siehe: *Scient. American*, Bd. 37, S. 202. – Über hierher gehörige Apparate ſiehe auch: *Builder*, Bd. 44, S. 480.
[94]) Siehe: Polyt. Journ., Bd. 221, S. 483.
[95]) D. R.-P. Nr. 41617 (Auszüge a. d. Patentſchr. 1887, S. 894).
[96]) D. R.-P. Nr. 42504 (ebendaſ. 1888, S. 191).
[97]) D. R.-P. Nr. 1356.

Digitized by Google

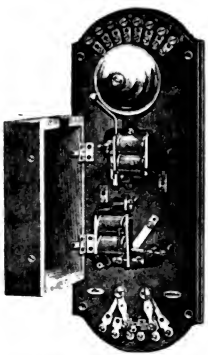
heitsvorrichtung für Haustüren und Fenster[98]), *Penckert*'s Sicherheits-Türverſchluß mit Schuß und Glocke[99]) und *Adolf Römheld*'s ſelbſttätiger Signal- und Alarmapparat[100]).

Von den neueren Kaſſenſicherungen wird beſonders der patentierte Apparat „Argus“ häufiger angewendet, den *Mix & Geneſt* in Berlin anfertigen.

Derſelbe beſteht aus einer Kontaktvorrichtung und einem Alarmwecker. Erſtere enthält nach Fig. 82 ein Rohrpendel, welches in der arbeitsbereiten Stellung vor der Tür des Kaſſenſchrankes hängt und mit einem Stift *a* gegen dieſe drückt. Auf der entgegengeſetzten Seite befindet ſich am Pendel ein Gewicht *p*, welches ſo verſchoben werden kann, daß jener Stift, der loſe in einem Röhrchen des Pendels geführt iſt, mit genügender Kraft nach innen gedrückt wird, um zwei Blattfedern, welche ſich innerhalb des Pendels befinden, derartig aufeinander zu drücken, daß ſie dauernd Kontakt bilden. Sobald der Stift zu weit nach innen gedrückt iſt, biegt ſich die eine Feder durch und unterbricht den Kontakt; letzteres geſchieht gleichfalls, wenn der Stift infolge Abhebens des um die Achſe *x* drehbaren Pendels von der Tür weiter heraustritt.

Die in einem anderen Raume aufzuſtellende Lärmvorrichtung (Fig. 83) iſt zum Teile in einem beſonderen Kaſten untergebracht und beſteht im weſentlichen aus einem Relais für Ruheſtrom, einem Raſſelwecker, ſowie einem Doppelkurbelumſchalter, welcher die Bezeichnungen „Offen“ und „Geſchloſſen“ aufweiſt. Mit der Batterie des Arbeitsſtromkreiſes und dem Relais ſteht der als Ruheſtromkontakt für letzteres dienende Kontakt des Rohrpendels durch zwei Leitungen in Verbindung. Bei einer Unterbrechung des Kontaktes, durch Abheben des Pendelſtiftes von der Kaſſenſchranktür oder durch Andrücken an dieſe, wird der Ruheſtromkreis unterbrochen, der Anker des Relais abgehoben und dadurch der Weckerſtromkreis geſchloſſen, welcher nun die Lärmglocke zum Ertönen bringt.

Fig. 83.



Wecker des Lärmapparates „Argus“.

Während der Arbeitszeit in der Kaſſe iſt das Pendel hochgeklappt; der Umſchalter ſteht dann auf „Offen“. Sobald jedoch nach Schluß der Tür das Pendel herabgelaſſen wird, fängt die Lärmglocke zunächſt an, zu läuten, weil durch den Umſchalter in der Ruheſtellung der Arbeitskontakt des Relais eingeſchaltet iſt, welcher gleichfalls den Arbeitsſtromkreis des Weckers ſchließt, wenn der Kontakt im Pendel wieder geſchloſſen iſt. Der Umſchalter wird alsdann auf „Geſchloſſen“ geſtellt und dadurch der Wecker mit dem Ruheſtromkontakt des Relais verbunden; der Ruheſtromkreis iſt nun geſchloſſen, der Arbeitsſtromkreis dagegen geöffnet.

Um die Unterſcheidung der Leitungsdrähte unmöglich zu machen, werden zwei weitere Leitungsdrähte zwiſchen dem Pendel und dem Alarmwecker gezogen, von denen einer gleichzeitig mit dem im Oberteil des Pendelapparates befindlichen Kontaktthermometer zum Zwecke einer Feuermeldung verbunden iſt und welche im Falle eines Kurzſchluſſes mit einem der Hauptdrähte das Relais und damit auch den Wecker in Tätigkeit ſetzen. Alle vier gleichfarbigen Drähte werden miteinander verſeilt. Die beiden Vorrichtungen koſten zuſammen 75 Mark.

Läutewerke ſind oft auch in den Türſchlöſſern angebracht oder mit dieſen in Verbindung geſetzt. Sie werden mitunter mit Federn verſehen, welche durch Bewegen des Türdrückers oder durch Vorſchieben eines Riegels angeſpannt werden, ſo daß dann beim unbefugten Öffnungsverſuch das Läutewerk in Wirkung treten kann.

Hierher gehörige Einrichtungen ſind die von *Charpin*[101]), das „Schloß mit Alarmapparat“ von *Andreas Federle* in Ulm[102]), die Alarmvorrichtung von *Chaim Wächter & Hermann Gottlieb* in Wien[103]), das „Türſchloß mit Läutewerk“ von *François Onéſime Blanchot* in Paris[104]), die Alarm-

[98]) D. R.-P. Nr. 546.
[99]) D. R.-P. Nr. 3845.
[100]) Siehe: Schweiz. Gwbbl., 1881, S. 6.
[101]) Siehe: *La ſemaine des conſtructeurs*, Bd. 10, S. 507.
[102]) D. R.-P. Nr. 22423 (Auszüge a. d. Patentſchr. 1883, S. 338)
[103]) D. R.-P. Nr. 31559 (ebendaſ. 1885, S. 323).
[104]) D. R.-P. Nr. 31318 (ebendaſ. 1885, S. 301).

Digitized by Google

vorrichtung von *J. L. Petit* in Antwerpen[108]), das »Alarmſchloß« von *Carlos Accioli de Azevedo Baſto* in Rio de Janeiro [109]).

Lange fortgeſetztes Raſſeln der elektriſchen Läutewerke kann unter Umſtänden recht ſtörend werden. Da, wo dasſelbe infolge der Einrichtung ſo lange andauert, bis es abgeſtellt iſt, empfiehlt ſich daher der Erſatz durch eine langſam ſchlagende elektriſche Glocke, namentlich dann, wenn die Türen tagsüber viel benutzt werden.

Eine derartige Vorkehrung iſt diejenige von *Schäfer & Montanus* in Frankfurt a. M.[101]).

Zu Einrichtungen der zweiten Art, welche an entfernten Orten, meiſt in Schlafzimmern oder Wachtſtuben, Glockenſignale geben ſollen, eignet ſich ganz beſonders die elektriſche Leitung. An möglichſt unverfänglichen oder verſteckten Stellen, welche nur eingeweihten Perſonen bekannt ſind, werden Kontakte angeordnet, welche durch Wegnahme eines Gegenſtandes, z. B. einer Kaſſette in einem Treſor, oder durch Berühren (z. B. durch Treten auf Bretter, welche um die freien Seiten eines Geldſchrankes gelegt ſind und unter denen ſich eine Anzahl leicht federnder ſolcher Kontakte befindet) geſchloſſen werden und dadurch die Läutewerke in Tätigkeit ſetzen. Während der gewöhnlichen Benutzungszeit der betreffenden Räume (während der Geſchäftsſtunden etc.) ſind die Kontakte durch nicht ſichtbar angebrachte Arretierungen außer Wirkung zu ſetzen.

Hierher gehörige Vorkehrungen ſind der »Verbeſſerte Feuer- und Einbruch-Aviſeur« von *Peter Baumbach* in Wien [102]) und der »Alarmteppich« von *Rudolf Rieneßl & Guſtav Edler von Medvey* in Hernals bei Wien [103]).

Manche der oben beſprochenen Vorkehrungen können auch auf Fernwirkung eingerichtet werden.

Das hörbare Signal kann durch ein optiſches erſetzt werden. Dies iſt beſonders dann zweckmäßig, wenn die Wachtſtube im Inneren ſich befindet, in welchem Falle Diebe durch das Geräuſch eines Glockenſignals verſcheucht werden könnten.

Bei der Vorrichtung von *Henry Diggins & Adolph Glück* in London[110]) erfolgt die Meldung durch eine gefärbte Glasſcheibe, welche vor das Licht von in der Wachtſtube oder außen am Gebäude gut ſichtbar angebrachten Lampen fällt und dasſelbe verändert.

2. Kapitel.

Anlagen zur Erzielung einer guten Akuſtik.

Von A. Sturmhoefel.

32. Vorbemerkungen.

Akuſtik (vom griech. ἀκούω — hören) iſt derjenige Zweig der Schallehre, welcher die zweckmäßige Verteilung des Schalles in geſchloſſenen Räumen behandelt, ſo daß überall darin Wort wie Ton gut vernommen werden. Dazu gehören ebenſofehr die Geſamtgeſtaltung des Grundriſſes, wie die Ausbildung der Wand- und Deckenflächen. Da dies Aufgaben des Baumeiſters und nicht des Naturforſchers ſind, haben ſich auch nur erſtere mit dieſem Stoffe beſchäftigt, während Gelehrte (wie z. B. *Dove* bei ſeinem Gutachten für den Wettbewerb des Dombaues in Berlin 1871) bei aller Wiſſenſchaftlichkeit ſich mit den praktiſchen Erfahrungen und Erforderniſſen leicht in unlöslichen Widerſpruch ſetzen.

[108]) D. R.-P. Nr. 35316 (ebendaſ. 1886, S. 227).
[109]) D. R.-P. Nr. 49218 (ebendaſ. 1889, S. 888).
[102]) Siehe: Deutſches Baugewksbl. 1884, S. 376.
[103]) Siehe: Zeitſchr. f. ang. Elektrizität 1881, S. 214.
[110]) D. R.-P. Nr. 49491 (Auszüge a. d. Patentſchr., S. 866).
[111]) D. R.-P. Nr. 22202.

Digitized by Google

33. Tonfchwingungen.

Eine Saite, eine Stimmgabel, fowie jeder elaſtiſche Körper überträgt ſeine Schwingungen auf die Luft, und die Wirkung der letzteren auf unſer Gehör nennt man Schall. Die Saite preßt hierbei die Luft vor ſich zuſammen und verdichtet ſie; zugleich aber zieht ſie auf der anderen Seite die Luft hinter ſich her und verdünnt ſie. Die Verdichtung bezeichnet man als poſitive und die unmittelbar folgende Verdünnung als negative Phaſe der Schwingung. Dieſe regelmäßigen Schwingungen heißen Töne im Gegenſatz zu den unregelmäßigen Schwingungen oder Geräuſchen. Die Natur kennt — mit Ausnahme des Geſanges der Vögel — nur Geräuſche: das Sauſen des Windes, das Brauſen des Meeres, das Rauſchen des Waldes. Die Töne der Muſikinſtrumente und jene der menſchlichen Stimme ſind Kunſterzeugniſſe, denen aber als Zeichen ihrer irdiſchen Herkunft ſtets Geräuſche beigemiſcht ſind: das Kratzen des Bogens bei den Streichinſtrumenten, das Schluchzen und Klappern der Blasinſtrumente, die Unvollkommenheiten ſelbſt des beſten Tenors. Indeſſen gibt dies den Tönen einen charakteriſtiſchen Reiz. Die Flöte, welche am reinſten davon iſt, wirkt bei längerer Dauer weichlich und langweilig.

34. Geſchwindigkeit des Schalles.

Am 21. und 22. Juni 1821 iſt von einer Vereinigung Gelehrter *(A. v. Humboldt, Gay-Luſſac, Bouvard, Prony, Mathieu* und *Arago)* die Geſchwindigkeit des Schalles durch Beobachtung von Kanonenſchüſſen zwiſchen Montlhery und Villejuif bei Paris für die Sekunde bei einer Temperatur von 0 Grad auf 1019 Pariſer Fuß berechnet worden. Später hat *Regnault* in der Ebene von Satory bei ſtiller Luft die Geſchwindigkeit auf 1020,2 Pariſer Fuß (= 331,40 m) feſtgeſtellt. Für höhere Temperaturen berechnet ſich die Geſchwindigkeit v nach der Formel

$$v = 331{,}4\sqrt{1 + 0{,}0037\,t}\,;$$

hierin bedeutet t die Temperatur in Graden C. und 0,0037 den Ausdehnungskoeffizienten für 1 Grad C. In öffentlichen Verſammlungsräumen, Theatern, Konzertſälen u. ſ. w. iſt bei 20 Grad C. hiernach $v = 343{,}33$ m.

Die Schallgeſchwindigkeit in anderen Mitteln beträgt:

in Waſſerſtoff	3,8	der	Geſchwindigkeit	in	der Luft
in Kohlenſäure	0,8	„	„	„	„
in Blei	4,0	„	„	„	„
in Waſſer	4,3	„	„	„	„
in Eiſen	15,0	„	„	„	„
in Glas	15,5	„	„	„	„
in Tannenholz	12,0 bis 18,0	„	„	„	„ .

Aus dieſer Eigenſchaft des Holzes und aus ſeiner Elaſtizität erklärt ſich die Reſonanz — das Mitklingen — in Holz errichteter Säle.

35. Tonhöhe; Obertöne.

Aus der Zahl der Schwingungen einer Saite in der Sekunde läßt ſich die Länge der auf die Luft übertragenen Tonwellen berechnen. Der Ton a^1 hat 440 Doppelſchwingungen (hin und zurück) in der Sekunde, welche einen Weg von 343,33 m ausfüllen; die Doppelſchwingung hat hiernach eine Länge von $\frac{343{,}33}{440} = 0{,}79$ m. Je größer die Zahl der Schwingungen, je kleiner wird ihre Länge und um ſo höher der Ton.

Eine Saite und ebenſo auch die Luftſäule in einem Blasinſtrumente ſchwingt nicht nur in ihrer vollen Länge, ſondern ihre Hälften, Dritteile, Viertel u. ſ. w. ſchwingen hierbei außerdem für ſich und bilden, im Gegenſatz zum Grundton der ganzen Länge, den erſten, zweiten, dritten u. ſ. w. Oberton. Die Obertöne

Digitized by Google

ſind weſentlich ſchwächer wie der dominierende Grundton, mit dem ſie ſich zu einem Klange vereinen, deſſen Klangfarbe ſehr verſchieden ſein kann, je nachdem der eine oder der andere Oberton vorherrſcht.

36. Menſchliche Stimme.

Die menſchliche Stimme entſteht, indem die Luft aus der Lunge durch die Luftröhre gepreßt wird. Dabei paſſiert ſie die im Kehlkopf zwiſchen den Stimmbändern liegende Stimmritze, deren Länge ebenſo vielfach veränderlich iſt wie die Straffheit der Stimmbänder. Die Schwingungszahl der ſo bewegten Stimmbänder gibt dem Ton ſeine muſikaliſche Lage; die mittönende Luft der Luftröhre verſtärkt die Kraft; die Mundhöhle macht den Klang zum Vokal und zugleich mittels Zunge und Zähnen durch die Konſonanten zur Silbe, zum Wort. Die menſchliche Stimme iſt beſonders reich an Obertönen. An einer Baßſtimme hat ***Helmholtz*** deren 16 nachgewieſen. Der Grundton mit den erſten 6 gleichmäßig ausgebildeten Obertönen gibt einen beſonders ſchönen Klang, der bei der Orgel täuſchend den Geſang nachahmt. Deshalb heißt dieſes Orgelregiſter *Vox humana*. Die höheren und höchſten Obertöne machen die Klangfarbe ſcharf und leidenſchaftlich; in der Rede wie im Geſange ſtellen ſie ſich ohne unſer Wiſſen und Wollen bei der Erregung von ſelbſt ein. Die unendlich wechſelnden Schattierungen der Klangfarben, die Eigentümlichkeiten beim Bilden der Vokale und Konſonanten laſſen die überaus reichen Mittel erkennen, über welche unſer Sprachorgan und unſer Geſang gebieten. Dieſer Mannigfaltigkeit gegenüber iſt die Wirkung des Mienenſpieles und der Geberden nur eine ſehr beſchränkte.

Von allen Schallquellen iſt die menſchliche Stimme für unſere Betrachtungen die bei weitem wichtigſte. Jeder größere Raum, Kirche, Konzertſaal wie Theater, muß ſo geſtaltet werden, daß das Wort wie der Geſang zur beſten Geltung kommt. Der Süden Europas iſt dem Norden durch die Fülle guten Stimmmaterials überlegen. Das milde Klima, das öffentliche Leben, die Gewohnheit, gern und viel zu ſprechen, haben hierbei mitgewirkt. Schon im Altertum wurden Wohllaut und Kraft der Stimme ſorgſam ausgebildet. Ein ſolcher Lehrer hieß φωνασκός. Wie hätten ſonſt wohl die Tragöden den Rieſenraum eines antiken Theaters beherrſchen können! Die neuzeitlichen Schauſpieler werden ſchon beſorgt, wenn ſie in einem Hauſe von 1600 Sitzplätzen auftreten ſollen. Das Theater des ***Pompejus*** in Rom faßte 15000, dasjenige des ***Marcellus*** gar 25000 Menſchen. Auch heute noch laſſen ſich Bruſt und Stimmbänder zu großer Vollkommenheit ausbilden. Die Bauern in Oberammergau machen ſich bei den Paſſionsſpielen 4000 Zuſchauern verſtändlich. In Orange (Frankreich) wurde im Auguſt 1894 außer der Antigone des ***Sophokles***, welche den Nachmittag nicht völlig füllte, noch ein ganz modernes Stück von ***Ferrier***, da es in wohlklingenden Verſen ebenfalls einen antiken Stoff behandelte — ***La revanche d'Iris*** — mit vielem Erfolge unter enthuſiaſtiſchem Beifall der 10000 Zuſchauer im altrömiſchen Theater aufgeführt. Aus Paris war der bekannte Kritiker ***Sarcey*** erſchienen und hatte von dieſem Verſuche abgeraten; nachher meinte er: „In dieſem Theater können Sie alles geben!“ Die Schauſpieler des ***Théâtre français*** ſind allerdings Meiſter des Vortrages.

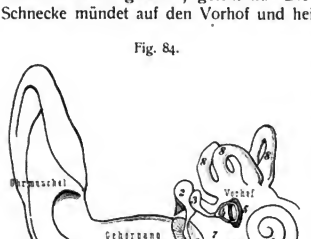
37. Ohr.

Ebenſo wichtig iſt die Unterſuchung der Schallwirkungen auf das Gehör. Nicht allein mit den Ohren hören wir; der ganze Kopf iſt ſchallempfindend. Auch die Schwingungen des Fußbodens teilen ſich durch das Knochengerüſt dem Gehör mit. Die Ohrmuſchel (Fig. 84) fängt die Schallwellen auf und leitet ſie durch den Gehörgang dem Trommelfell zu, an deſſen kegelförmiger Spitze der Hammer ſitzt, der ſie durch einen Hebelmechanismus auf die beiden anderen

Digitized by Google

Gehörknöchelchen, den Ambos und durch dieſen auf den Steigbügel überträgt, deſſen Plättchen auf dem ovalen Fenſterchen ſitzt. Der Raum mit dieſen Knöchelchen heißt das Mittelohr oder die Paukenhöhle, welche vom Labyrinth, dem innerſten Teile, durch eine feſte Knochenwand getrennt iſt. Dieſe Wand hat nur zwei Öffnungen: das ovale und das runde Fenſterchen, beide mit einer dünnen, elaſtiſchen Membran geſchloſſen. Das Labyrinth beſteht aus dem Vorhof, den drei halbkreisförmigen Kanälen und der Schnecke, deren ſpiralförmige Windung der ganzen Länge nach durch eine teils knöcherne *(Lamina ſpiralis)*, teils häutige Scheidewand *(Membrana baſilaris)*, letztere auch Grundmembran genannt, geteilt iſt. Die eine dieſer zwei Längswindungen der Schnecke mündet auf den Vorhof und heißt deshalb Vorhoftreppe; die andere mündet mittels des runden Fenſterchens auf die Paukenhöhle und heißt Paukentreppe. Das ganze Labyrinth iſt mit einer Flüſſigkeit, dem Gehörwaſſer gefüllt, welches durch die elaſtiſchen Häutchen der beiden Fenſterchen zurückgehalten wird.

Fig. 84.



Menſchliches Ohr.

1. Trommelfell.
2. Hammer.
3. Ambos.
4. Steigbügel.
5. Ovales Fenſterchen.
6. Rundes Fenſterchen.
7. Vorhof.
8. Halbkreisförmige Kanäle.
9. Schnecke.

Schon durch die kegelförmige Spitze des Trommelfelles werden die Schallſchwingungen konzentriert, mittels der Hebel von Hammer und Ambos auf das Steigbügelplättchen vierfach verſchärft und ſo durch das ovale Fenſterchen dem Gehörwaſſer des Vorhofes und der drei Kanäle oder Bügel übermittelt. Beſonders aber eilt jede Schwingung vom Vorhof die Vorhofstreppe der Schnecke hinauf, tritt an der Schneckenſpitze durch eine feine Öffnung in die Paukentreppe über, läuft längs derſelben herunter, wird von der elaſtiſchen Membran des runden Fenſterchens reflektiert und kehrt nun denſelben Weg zurück durch Paukentreppe, Schneckenſpitze und Vorhofstreppe bis zum Vorhof, um hier von neuem zu beginnen. Da dieſer Hin- und Herweg bei der ungemein geringen Größe der Schnecke auch nur eine geringe Länge hat, ſo wiederholen ſich die Schwingungen in der Schnecke außerordentlich oft — wenn auch mit abnehmender Kraft — bis durch das Steigbügelplättchen und das ovale Fenſterchen eine neue Schwingung auf das ganze Gehörwaſſer übertragen wird. Ähnlich wie in der Schnecke finden dieſe wiederholten Vibrationen auch in den drei Kanälen ſtatt, in deren jeden ſie gleichzeitig zu den beiden Enden vom Vorhofe aus eintreten, um ſich an der Spitze des Kanals zu einem Größtwert der Wirkung zu begegnen; ebenſo wie auch in der Schneckenſpitze wegen der Verengung des Profils ein Hauptreiz auf die Endigungen der Gehörnerven ausgeübt wird. Über der Grundmembran, welche die Schnecke in ihrer Länge teilt, ſtehen, einen dreieckigen Kanal bildend, zarte Gebilde, welche *Marchefe Corti* zuerſt unterſucht und beſchrieben hat; die Zahl dieſer Cortiſchen Faſern iſt mehr als 3000. Neben dieſen Faſern endigen über der Grundmembran, ſowie in den häutigen Aus-

Digitized by Google

kleidungen des Vorhofes und der drei Bügel die letzten feinen Ausläufer des Gehörnervs. Die Zahl der oben bereits hervorgehobenen vielfachen Schallfchwingungen im ganzen Labyrinth wird nun noch dadurch vervielfacht, daß fie im Gehörwaffer vor fich gehen. Die Gefchwindigkeit der Schallfchwingung ift (fiehe Art. 34, S. 59) im Waffer 4,3-mal größer als in der Luft! Alle Annahmen über die Funktionen der einzelnen Teile des Labyrinths — felbft diejenige von *Helmholtz* — find bisher unbewiefen geblieben. Jedenfalls hat die Natur durch den wunderbaren Organismus des Ohres den Menfchen mit einem Mikrophon ausgerüftet, durch welches Geräufch wie Ton im Labyrinth wiederklingen und deren genaues Abbild durch die Nervenfäden im Gehirn zur Empfindung kommt.

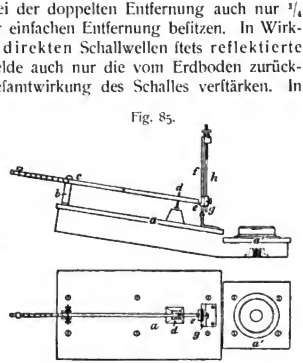
38. Schallftärke.

Das Geräufch einer zu Boden fallenden Stecknadel und das Krachen eines Kanonenfchuffes zeigen die Grenzen der Zumutungen an unfer Gehör an. Brauchbare Verfuche, den Schall zu meffen, find erft in neueller Zeit gemacht worden. Man kann nur Schallftärken miteinander vergleichen, die aus derfelben Schallquelle ftammen. Aber auch unter diefer Einfchränkung entgehen dem ungeübten Ohre Unterfchiede bis zu 20 Vomhundert. Es mußte ferner ein Anfangspunkt für die Meffungen gefunden werden. Wird der Schall eines Körpers ganz allmählich gemindert, bis er auf eine beftimmte Entfernung bei einem Beobachter gerade noch die kleinfte Schallempfindung auslöft, welche bei der geringften weiteren Minderung in feinem Ohre erlifcht, fo nennt man diefe allerkleinfte Empfindung die Reizfchwelle. Die Reizfchwelle bezeichnet alfo für einen beftimmten Hörer, für eine beftimmte Entfernung und eine beftimmte Schallquelle das Ende (oder auch den Beginn) des Hörens. Man kann nun mit derfelben Perfon die Schallftärken für die einfache, zweifache, vierfache Entfernung ermitteln, welche zur Erregung der Reizfchwelle erforderlich find, und daraus Schlüffe über die Schallabnahme ziehen, die für die Akuftik von fundamentaler Bedeutung find.

39. Schallabnahme.

Nach mathematifchem Gefetze verteilen die von der Schallquelle ausgehenden Schallwellen bei der doppelten Entfernung fich über eine Fläche, die viermal größer ift als diejenige Fläche, welche fie bei einfacher Entfernung treffen. Diefe direkten Schallwellen müßten daher bei der doppelten Entfernung auch nur $^1/_4$ der Schallkraft haben, welche fie bei der einfachen Entfernung befitzen. In Wirklichkeit trifft dies niemals zu, da zu den direkten Schallwellen ftets reflektierte Schallwellen, und feien es auf freiem Felde auch nur die vom Erdboden zurückgeworfenen, hinzutreten und fo die Gefamtwirkung des Schalles verftärken. In noch viel höherem Maße findet diefe Verftärkung wegen der Reflexe von Wand und Deckenflächen in Innenräumen ftatt.

Fig. 85.



Fallftäbchenvorrichtung.

40. Fallftäbchen.

Um dies feftzuftellen, war es nötig, ein Inftrument zu konftruieren, mittels deffen verfchiedene, genau meßbare Schallftärken hervorgebracht werden können. Ein folches Inftrument ift die Fallftäbchenvorrichtung, das letzte einer ganzen Reihe von Verfuchsinftrumenten. Der Apparat ift einfach und handlich, verändert feine Schallfarbe nicht, zeigt hinreichend genau die Fallhöhen bis auf Zehntelmillimeter (für

Digitized by Google

geübte Augen Zwanzigſtelmillimeter) an und beſitzt für alle Entfernungen von 10 bis 100 m die nötige Empfindlichkeit. Auf der Holzplatte *a* (Fig. 85) von 150 mm Länge, 80 mm Breite und 4 mm Stärke iſt ein Lagerbock *b* aufgeſchraubt, in welchem ſich zwiſchen zwei Körnerſpitzen das Fallſtäbchen von 2,50 × 3,50 mm Querſchnitt mit geringſter Reibung dreht. Die Länge des Stäbchens von der Drehachſe *c* bis zur Fallſchraube *d* beträgt 100 mm und von dort bis zum Ende *e* 20 mm. Dieſe Endkante iſt durch eine feine Metallſchneide gegen Abnutzung geſichert. Sie kann von beliebigen Höhen des Schiebers *g* auf den kleinen Ambos über der Platte *a* hinabfallen, deſſen Oberfläche ein unelaſtiſches Bleiblättchen trägt, um das Zurückſpringen der Fallſchraube möglichſt zu beſchränken. Der Schieber iſt mit einem Nonius ausgeſtattet; er gleitet auf dem Millimetermaßſtab *f* und der Spindel *h* frei entlang, bis er auf der Spindel durch das Schräubchen *g* feſtgemacht und mittels der oberen Mikrometerſchraube feingeſtellt wird. Der Ruhelage des Fallſtäbchens entſpricht dem Nullpunkte des Nonius auf Null des Maßſtabes, wobei der Kopf der Fallſchraube genau auf dem Ambos aufruht. Jenſeits der Drehachſe hat das Fallſtäbchen eine Länge von 52,50 mm und iſt von dort in Abſtänden von 5 mm mit feinen lotrechten Bohrlöchern verſehen, in die der etwas koniſche Dorn des Gegengewichtes von 1,19 g Schwere paßt, welches in 50 mm Entfernung von der Drehachſe bei wagrechter Lage dem Gewicht von *ce* nebſt Fallſchraube das Gleichgewicht hält. Steckt man das Gegengewicht auf 45 mm Entfernung von der Drehachſe ein, ſo gleicht es $^9/_{10}$ des fallenden Schenkels ab, der dann mit $^1/_{10}$, alſo (mit Berückſichtigung der verſchiedenen Hebelsarme) mit etwa 0,05 g auf den Ambos fällt. Vor der Platte *a* iſt, mit ihr einen Winkel von 9 Grad bildend, eine kleinere quadratiſche Platte *a'* von gleicher Stärke und 60 mm Seitenlänge angeordnet, welche die Doſenlibelle zur Horizontalſtellung des Inſtruments trägt. Unter der Libelle befindet ſich die Schraubenmutter, mittels deren das Ganze auf einem leichten Stativ befeſtigt wird. Durch Verändern der Fallhöhen und durch Verſetzen des Gegengewichtes ſind die verſchiedenſten Kombinationen möglich. Sinus, Bogen und Tangenten fallen in ihren Werten für die Winkel bis 9 Grad hinreichend genau zuſammen, um Abſtand nehmen zu können von einem gekrümmten Millimetermaßſtabe nebſt Sinusberechnungen. Alle Teilchen ſind möglichſt leicht gemacht worden, um bei hinreichender Widerſtandsfähigkeit große Fallhöhen und in ſolcher Weiſe Genauigkeit zu erzielen. Für bedeutendere Entfernungen im Freien können auch die Belaſtungen mit $^2/_{10}$ und mehr nutzbar werden. Für Innenräume nimmt man $^1/_{10}$ Belaſtung. — Das Feſtſtellen der Reizſchwelle iſt nur möglich durch eine größere Zahl (15 bis 20) von Verſuchen, aus deren Ergebniſſen das Mittel zu nehmen iſt.

Die Kraft, mit der ein fallender Körper auf einen ruhenden auffchlägt, iſt proportional dem Produkt aus ſeinem Gewichte und dem Quadrate ſeiner Endgeſchwindigkeit. Die Endgeſchwindigkeit iſt gleich der Quadratwurzel aus der Fallhöhe, ſo daß beim Fallſtäbchen bei gleichem Gewichte die einfachen Fallhöhen — da Quadrat und Wurzel ſich gegenſeitig aufheben — die Verhältniszahlen der entſprechenden Auffchlages- oder Stoßkräfte darſtellen, denen wiederum proportional die Schallkraft des Inſtruments ſein wird. Die doppelte, dreifache u. ſ. w. Fallhöhe zeigt alſo zugleich die doppelte, dreifache u. ſ. w. Schallkraft des Apparates an, ſo daß in dieſer einfachen Weiſe ohne alle Umſtände und Rechnungen die Ergebniſſe verglichen werden können.

41. Reflexe.

Reflexe treten überall auf, wo ſich Körper befinden. Ähnlich wie die Lichtwellen werden von jeder Körperoberfläche auch die Schallwellen zurückgeworfen.

Digitized by Google

Eine ebene Fläche wirft die Schallwellen unter demſelben Winkel, unter dem dieſe ſie treffen, zurück, nur wie beim Spiegelbilde: umgekehrt. Aus dem Brennpunkte einer paraboliſchen Hohlfläche werden die Schallwellen parallel zur Achſe zurückgeworfen. Liegt auf dieſer Achſe eine zweite Parabelhohlfläche der erſten gegenüber, ſo ſammelt ſie die Wellen in ihrem Brennpunkte. Das Ticken einer Uhr in dem einen Brennpunkte kann man auf 20 m im anderen deutlich hören. Auch eine Kugelhohlfläche konzentriert die Wellen an einem Orte, der etwa auf der Mitte ihres Halbmeſſers liegt. Aus dem Brennpunkte eines Hohlellipſoids werden die Schallwellen durch die Reflexion der Hohlfläche im anderen Brennpunkte geſammelt. Die akuſtiſchen Wunder alter und neuerer Zeit erklären ſich aus dieſen Geſetzen. Der Baumeiſter hat ſolche Schallhäufungen, die ſich aus nach einer Kurve geformten Wand- oder Deckenflächen ergeben, tunlichſt zu vermeiden oder unſchädlich zu machen, weil ſolche Häufungen die für alle Teile eines Raumes wünſchenswerte gleichmäßige Schallverteilung ſtören.

Wären Wände und Decke eines Raumes ebene glatte Flächen, ſo würde an jeder derſelben für jeden Zuhörer auch nur ein Reflex entſtehen, deſſen Reflexionspunkt aus dem Standpunkt des Redners und dem Orte des Zuhörers genau konſtruiert werden könnte. Dieſe kräftigen Reflexe müſſen, entſprechend der Länge ihres Umweges gegen den direkten Schall, nach dieſem beim Zuhörer eintreffen und die Geſamtwirkung erhöhen, wenn ſie ſich nur wenig vom direkten Schall trennen, dieſe Wirkung aber umſomehr beeinträchtigen, je ſpäter ſie anlangen. Stattet man indeſſen die Flächen mit körperlichem Ornament aus, ſo bildet ſich an den vielen kleinen Flächen der Reliefs eine ſehr große Zahl in ihrer Einzelwirkung ſchwacher Reflexe, deren Geſamtwirkung jedoch erheblich iſt. Dieſe Reflexe können, weil ſie nicht wie von der ebenen, glatten Wand in einem Augenblicke und wie mit einem Schlage beim Hörer eintreffen, ſondern allmählich und nach und nach, niemals ſtören. Die Schallreflexion ähnelt hierin der Lichtreflexion auf einer Waſſerfläche. Iſt dieſe ganz ruhig, ſo zeigt ſie nur ein einziges, genaues Spiegelbild, z. B. des Mondes. Iſt ſie bewegt, ſo ſieht man auf einer großen Zahl von Wellen die Lichtreflexe leuchten. Wie ſich geringſter Schall zu großer Wirkung ſummieren kann, zeigt der Regen. Die erſten einzelnen Tropfen, obwohl ſie die größten zu ſein pflegen, hören wir gar nicht; wohl aber den Platzregen, der auf Dächer und Pflaſter herniederrauſcht.

42. Mehrmalige Reflexion.

Der meiſt dem Halbkreis ſich nähernde Querſchnitt der Reliefs wirft den Schall nicht nur nach dem Zuhörer, ſondern auch nach allen benachbarten Reliefs. Von dort langt er ſchließlich ebenfalls beim Zuhörer an. So findet außer der einmaligen eine zwei- und mehrmalige Reflexion von den Reliefs nach den Zuhörern ſtatt. Dadurch würde eine außerordentliche Schallverſtärkung eintreten, wenn ihr nicht der jedesmalige Verluſt bei der Brechung und die immer länger werdenden Wege der Schallwellen eine Grenze ſetzten. Deutlich zeigt ſich die Wirkung mehrmaliger Reflexion in langen, ſchmalen, niedrigen Räumen, in allen Winkeln und Ecken, wo Wand- und Deckenflächen zuſammentreffen.

43. Schall-interferenzen.

Ferner wird ein großer Teil dieſer vielfachen Reflexion durch die Wirkung der Interferenzen abgeſchwächt. Bei allen Wellenbewegungen: Schall, Licht, Elektrizität u. ſ. w. gibt es Interferenzen. Fallen zwei gleich lange und gleich ſtarke Schallwellen derart zuſammen, daß die poſitive Phaſe der einen (Luftverdichtung) genau die negative Phaſe der anderen (Luftverdünnung) deckt, ſo heben ſie ſich gegenſeitig auf. Gleiche Phaſen vereinigen ſich zur Summe; entgegengeſetzte vermindern ſich zur Differenz ihrer Stärken. Mittels zweier gleicher

Digitized by Google

Stimmgabeln hat *Rayleigh* Punkte völliger Aufhebung für ein Ohr, während das andere feft zugehalten wurde, ermittelt; aber eine Bewegung von etwas mehr als 1 Zoll engl. (= 25·4 mm) aus dem Punkt der Stille genügte, um den Ton merklich hervortreten zu laffen. Wegen der fehr verfchiedenen Längen ihrer Umwege können die Reflexe eines Innenraumes mit den gleichen oder mit entgegengefetzten Phafen wie der direkte Schall im Ohre des Zuhörers eintreffen und dementfprechend die Schallwirkung verftärken oder vermindern. Es läßt fich fogar denken, daß in einem Augenblicke die Kraftfumme der pofitiven genau gleich ift der Summe der negativen und die Gefamtwirkung gleich Null wird; ebenfo, daß alle Phafen pofitiv (oder negativ) fich deckend im Ohre anlangen und der Größtwert der Gefamtwirkung eintritt. Setzt man diefe vollkommene Häufung gleich ± 1, wie die vollkommene Aufhebung gleich Null, fo wird man bei der unendlichen Zahl der Reflexe bald darüber klar, daß diefe Grenzwerte ebenfo felten eintreffen werden wie der genaue Durchfchnitt gleich $\pm 1/2$. Das Gewöhnliche wird fein, daß die Gefamtwirkungen um $1/2$ herumfchwanken, und zwar bei Tönen etwa von $2/5$ bis $3/5$, bei Geräufchen von $3/7$ bis $4/7$. Die gleichen Wellenlängen der Töne machen ein vollkommeneres Häufen oder Aufheben wahrfcheinlicher als die ungleichen Wellenlängen der Geräufche; deshalb find die Durchfchnittswerte bei jenen größer als bei diefen. Das Urteil des Hörers wird fich bei der überaus rafchen Folge nach den ftärkeren Eindrücken richten, bei Tönen nach der $3/5$-, bei Geräufchen nach der $4/7$-Wirkung; die fchwächeren $2/5$ und $3/7$ überhört hierbei das Ohr. Für die Richtigkeit diefer Entwickelung fprechen die Erfahrungen bei den Schallmeffungen, fowie die Tatfache, daß man, aus größerer Entfernung fich nähernd, zuerft die Vokale (Tonklänge) und fpäter die Konfonanten (Geräufche) eines Zwiegefpräches vernimmt, deffen Verftändnis erft hiermit beginnt.

Die Interferenzen forgen mit ihrem fchnellen Wechfel dafür, daß auf das Ohr ein ftets neuer Reiz ausgeübt wird, ohne den fich die Eindrücke bald abftumpfen würden. Zur Verfchärfung diefes Reizes treten zu den Wirkungen der äußeren Interferenzen nun noch die im Gehörwaffer des Labyrinths fich bildenden Interferenzen hinzu.

Wie vorher bemerkt worden ift, gehört zur verftändlichen Rede vor allem die deutliche Ausfprache der Konfonanten. Ift diefe Bedingung erfüllt, fo wird das Wort auch bei mäßiger Klangftärke der Vokale in größeren Räumen verftanden. Beim Flüftern fällt der Bruftton fort; dennoch wird bei fcharfer Ausfprache der Konfonanten jede Silbe im entfernteften Winkel (z. B. eines Theaters) gehört. Diefe Grundregel des Sprechens ift leider vielen Rednern unbekannt; fie glauben die nachläffige Ausfprache der Konfonanten durch Schreien der Vokale erfetzen zu können, bis fie heifer werden. So wird der Vortrag eine Qual, während er bei richtigem Ebenmaß zwifchen Selbftlautern und Mitlautern ein wirklicher Kunftgenuß fein follte! 44. Rede.

Der Redner muß eine ihm bequeme mittlere Tonlage wählen, um die Stimme für den nötigen Eindruck heben und fenken zu können und fo die Aufmerkfamkeit feiner Zuhörer zu feffeln. Auch im gewöhnlichen Leben kennzeichnet das Erhöhen der Stimme die Erregung, das Sinken des Tones die Beruhigung.

In der Sekunde fpricht der Schaufpieler im Drama 4 Silben, im Luftfpiel etwas mehr; der Prediger fpricht etwa $3\,1/2$ Silben. Zwifchen zwei Silben ift für den Wechfel der Buchftaben eine kleine Paufe nötig. Bei 4 Silben kann man auf die Silbe $1/3$ Sekunde und auf die Paufe $1/20$ Sekunde rechnen. In $1/20$ Sekunde 45. Zeitmaß.

Digitized by Google

macht der Schall einen Weg von $\frac{343{,}33}{20} = \sim 17^{m}$. Die Reflexe, die gegen den direkten Schall einen 17^{m} längeren Weg zu machen haben, beginnen im Ohre des Zuhörers demnach $^{1}/_{20}$ Sekunde ſpäter, fallen dann $^{9}/_{20}$ Sekunde mit der direkten Schallwelle zuſammen und mit ihrem Reſt von $^{1}/_{20}$ Sekunde hinterher in die folgende Pauſe. Bei Reflexen von reliefierten Flächen würde dies ja nicht ſtören. Bei Reflexen von glatten Flächen aber, die mit einem Mal und ſchlagähnlich im Ohre anlangen, würde die ganze Pauſe von ihnen in läſtiger Weiſe ausgefüllt werden. Und für das bequeme Verſtändnis der Zuhörer iſt es nötig, daß der größere Teil der Pauſe erhalten bleibt. Daraus folgt, daß für Reflexe von ebenen glatten Flächen nur ein Umweg von 5 bis 6^{m} ſtatthaft iſt.

46. Betonung. In der Proſa wie im Verſe wird von 4 Silben durchſchnittlich immer nur eine, die für den Sinn des Inhaltes von beſonderer Bedeutung iſt, ſtärker betont. Die ſtärkere Betonung bringt zugleich eine längere Dauer der Silbe mit ſich, da eben Zeit dazu erforderlich iſt, die Stimme in kräftigere Schwingungen zu verſetzen. Dann aber findet noch ein anderer, ſehr bemerkenswerter Vorgang ſtatt. Hat der ſtärkere Ton hinreichend lange gedauert, dann klingt er weſentlich ſchwächer beim Übergang zur folgenden Silbe aus, ſo daß auch die dementſprechend abgeſchwächten Reflexe in der folgenden kleinen Pauſe, ohne zu ſtören, erlöſchen können. Über die unbetonten Zwiſchenſilben ſchlüpft die Stimme ſchneller und weniger laut hinweg, um ihre Kraft um ſo nachdrücklicher auf die akzentuierten Silben zu verwenden. Auf dieſe betonten Träger des Redeſinnes achten auch die Zuhörer vorzugsweiſe; die Zwiſchenſilben erraten ſie mehr, als ſie ſie hören. Auf dieſe Weiſe wird dem Redner der Vortrag, dem Zuhörer das Verſtändnis weſentlich erleichtert. Aus ſolchen Erfahrungen und Erfolgen heraus hat ſich die Redekunſt ſo ausgebildet, wie es das Bedürfnis, verſtanden zu werden, erforderte. In größeren Verſammlungsräumen beſteht dieſe Kunſt beſonders darin, die Mitwirkung der Reflexe auszunutzen. Je bedeutender die Abmeſſungen werden, um ſo länger werden auch die Umwege der Reflexe. Mit der Größe des Raumes muß auch der Redner das Tempo des Vortrages verlangſamen, damit die Reflexe Zeit gewinnen, ſich mit dem direkten Schall möglichſt zahlreich zum Nutzen der entfernteren Zuhörer zu vereinen. Für die vordere Hälfte eines größeren Saales iſt dies nicht nötig; dort hat der direkte Schall der Rede allein ausreichende Kraft, um verſtändlich zu ſein, und der Baumeiſter braucht nur dafür zu ſorgen, daß in dieſem Teile keine ſtörenden Reflexe, von glatten Wänden oder von der Decke, ſpät hinterher ſchleppend, in die Reihen der Zuhörer fallen. Flächen, von denen dies zu befürchten iſt, müſſen ſtarke Teilungen erhalten und reliefiert werden. Weniger erforderlich iſt dieſe Vorſicht in der zweiten Hälfte des Saales, da hier die Reflexe von Wänden und Decke immer geringere Umwege gegen den direkten Schall machen, ſich alſo mehr und mehr unterſtützend an ihn anſchließen. Wie weit der Baumeiſter trotzdem Teilung und Reliefierung durchführen oder einſchränken will, bleibt ſeinem Geſchmack überlaſſen. Die Schlußwand aber, die dem Podium oder der Rednertribüne gegenüberliegt, auf die alle Schall- und Tonwellen faſt ſenkrecht auffallen, iſt unter allen Umſtänden mit kräftigem Relief zu verſehen, da anderenfalls von ihr ſehr läſtige Reflexe bis in die vordere Hälfte des Saales zurückgeworfen werden.

47. Reflexionswirkungen. Den Verluſt, den ein Schall an einer beſtimmten Fläche erleidet, ermittelt man mittels des Fallſtäbchens. Dasſelbe wurde einer glattgeputzten Wand auf

Digitized by Google

47,50 m Entfernung gegenüber aufgeſtellt und nun die Reizſchwelle des erlöſchenden Widerhalles von der Wand ermittelt. Dieſelbe Fallhöhe ergab nach der anderen Seite auf freiem Felde die Reizſchwelle auf 115 m Entfernung. Durch die Reflexion der Wand wurde der Schall, der dabei einen Weg durchlaufen hat von $2 \cdot 47{,}5 = 95$ m zurückgeführt auf $\frac{95}{115} = 83$ Vomhundert des direkten Schalles; an einem ſtillen, kühlen Abende ergaben ſich ſogar 87 Vomhundert. Man wird folgende Abſtufung annehmen dürfen:

Waſſerſpiegel	95	Vomhundert	Nutzeffekt
Polierte Steinwand	95	„	„
Polierte Holztäfelung	95	„	„
Angeſtrichene desgl.	90	„	„
Glattgeputzte Wand . . 80 bis	85	„	„
Gefugte Wand	75	„	„
Reliefierte Wandfläche	64	„	„
Glattgeſtrichener Rapputz . . .	50	„	„
Ebene Kiesfläche	50	„	„
Rauhputz (Stipputz) . . . 35 bis	40	„	„
Ausgefeifte Theaterdekoration .	35	„	„
Faltige Plüſchdraperie . . 20 bis	30	„	„

Es iſt zu erwähnen, daß bei den Holztäfelungen die Reſonanz mitwirkt.

48. Tragweite der menſchlichen Stimme.

Ein deutliches, mäßig lautes Wort iſt auf einem freien Platze mit ebener Kiesfläche nach vorn etwa 30 bis 35 m, nach jeder Seite 20 m und nach rückwärts 10 m weit zu verſtehen. Ein Redner mit kräftigem Organ wird ſich noch weiter verſtändlich machen. Zur direkten Schallwelle tritt der Reflex des Erdbodens mit 50 Vomhundert hinzu. Bezeichnen wir den direkten Schall mit $^2/_3$, ſo iſt der Bodenreflex gleich $^1/_3$ und die Geſamtwirkung gleich 1. Hieraus kann man diejenige Entfernung ermitteln, bei welcher der direkte Schall ohne jeden Reflex ſchon allein jene Geſamtwirkung gleich 1 haben würde. Die Rechnung ergibt 24,50 m oder rund 25 m.

Im Hochwalde verſtärken die außerordentlich vielen gebrochnen Reflexe vom Boden, den Stämmen, Äſten, Zweigen u. ſ. w. den direkten Schall derart, daß die Rede auf 50 m und noch weiter deutlich bleibt.

49. Reflexe aus den Zuſchauerräumen.

Es iſt eine alte Erfahrung, daß in einem vollen Saale ein Vortrag überallhin beſſer zur Geltung kommt als in einem leeren. Die Körper der regelmäßig über die Sitze verteilten Zuhörer ragen 1,30 m in den Raum hinein und bieten eine ſehr große Zahl zarter Reflexflächen, ganz ähnlich dem Walde. Zugleich fangen ſie harte Reflexe ab und verteilen ſie vorteilhaft. Sie wachſen in ihrer Menge mit der Entfernung von der Schallquelle und kommen ſo gerade dem letzten Teile eines Raumes zu Hilfe. Ihre Geſamtwirkung wird man für die entfernteſten Reihen eines Konzertſaales mit wagrechtem Fußboden der direkten Schallkraft nahezu gleich ſetzen dürfen.

Meſſungen mit dem Fallſtäbchen[111]) hatten folgende Ergebniſſe:

a) Auf freiem Felde zeigte ſich, daß für die doppelte Entfernung nicht die vierfache Schallkraft erforderlich wurde, ſondern die dreifache derjenigen bei einfacher Entfernung zur Erregung der Reizſchwelle genügte; die Reflexe der Bodenfläche erſetzen das fehlende Viertel.

[111]) Die Fallſtäbchenvorrichtung mit Zubehör iſt in ſorgfältiger Ausführung für 25 Mark bei *Lietzmann* in Berlin (Kommandantenſtraße 36) käuflich.

Digitized by Google

b) Im Walde verlangte die doppelte Entfernung nur die zweieinhalbfache Schallkraft. Die Reflexe (ſiehe Art. 41 S. 64) ergänzten alſo einundeinhalb Viertel.

c) In den Sälen des Saales der Philharmonie und des Tivoli in Berlin betrug dieſe Ergänzung durch die Reflexe einundeinhalb bis zwei Viertel. Es genügte für die doppelte Entfernung die zweieinhalb- bis zweifache Schallkraft.

d) Punkte im I. Range der Philharmonie verlangten nur $^2/_3$ der Schallkraft, welche für die darunterliegenden Punkte im Parkett nötig war; die höhere Lage begünſtigt das Hören.

e) Nahe hinter breiten Pfeilern mußte die doppelte derjenigen Schallkraft aufgewendet werden, welche ohne dieſes Hindernis für die Reizſchwelle genügt hatte.

Dieſe Ergebniſſe dürfen nicht als abgeſchloſſen gelten. Es wäre im Gegenteil ſehr wünſchenswert, daß polytechniſche und naturwiſſenſchaftliche Anſtalten dieſe Verſuche und Meſſungen aufzunehmen ſich entſchlöſſen. Dazu gehören zwei Perſonen von Geduld und Ausdauer; ungeduldige Leute werden keine zuverläſſigen Ergebniſſe erzielen. Die Fallhöhe wird allmählich gemindert, bis der Gehilfe den zarten Schall abwechſelnd einmal hört und gleich darauf nicht mehr hört. Die Meſſungen dürfen nicht viel über 2 Stunden ausgedehnt werden, da das Gehör ſich raſch abſtumpft.

Überraſchend ſind für den am Inſtrument Stehenden die Wirkungen der Interferenzen. Bei der gleichen Fallhöhe klingt der Fallſchlag jetzt matt und dumpf und gleich darauf ſcharf, klar und ſtark[112]).

50. Reſonanz.

Reſonanz nennt man die Übertragung der Schallſchwingungen eines Körpers auf einen anderen Körper, ſo daß dieſer mitſchwingt. Gewöhnlich werden die Schwingungen durch die Luft übertragen. Dies kann aber auch durch alle anderen elaſtiſchen Materialien, durch Holz, Eiſen, Glas etc., geſchehen. Uralt iſt die Verwendung der Reſonanz bei allen Saiteninſtrumenten. Der fadenförmige Körper einer Saite bringt nur wenig Luft zum Mitſchwingen; durch den Reſonanzboden der Geige wird die Wirkung (nach *Stockes)* 40 000 mal verſtärkt. Auch für die Baukunſt kennt *Vitruv* bereits die Reſonanz hölzerner Täfelungen *(Tabulationes, quas reſonare neceſſe eſt)*. Leider verbieten die feuerpolizeilichen Vorſchriften heute eine ausgedehntere Verwendung des Holzes. Der Baumeiſter muß ſich damit auf die Podien der Orcheſter, der Bühnen, der Konzertſäle, Kanzeln, Rednertribünen u. ſ. w. beſchränken. Will er Deckenwölbungen einigermaßen reſonant geſtalten, ſo muß er die Felder in ganz dünnem Drahtputz herſtellen. Das Märchen, das *Vitruv* von den Klanggefäßen erzählt *(de theatri vaſis)*, welche in griechiſchen Theatern die Stimme der Schauſpieler verſtärkt haben ſollen, habe ich[113]) auf ſeinen ſehr geringen Wert zurückgeführt.

51. Grundform der Säle.

Die Grundrißform eines Saales iſt von entſcheidendem Einfluß auf die Schallentwickelung. In dem vorher genannten Buche[112]) habe ich durch Konſtruktion nachgewieſen, daß bei einem Quadrat von 25 m Seite und für einen Standpunkt des Redners vor der Mitte einer Seite ſehr läſtige und ſtörende Reflexe von der gegenüberliegenden Seite in den Raum zurückgeworfen werden. Auch die beiden dazwiſchenliegenden Seiten rechts und links reflektieren unvorteilhaft und lang hinterherſchleppend, ſo daß der ganze mittlere Teil des Raumes in der Deutlichkeit des Hörens empfindlich beeinträchtigt ſein würde. Durch Reliefierung aller Wände

[112]) Weiteres hierüber in: Sturmhoefel, A. Centralbau oder Langhaus. Berlin 1897.

[113]) In: Akuſtik des Baumeiſters oder der Schall im begrenzten Raume. Berlin 1894. S. 73.

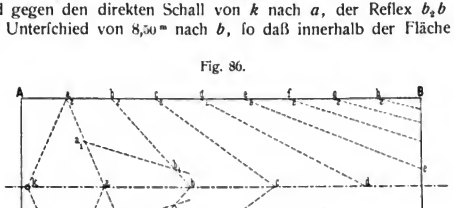
Digitized by Google

in 2,00 bis 2,50 m Höhe könnte man den Übelſtand weſentlich mildern, wenn auch nicht völlig beſeitigen.

Eine ähnliche nachteilige Wirkung zeigt ſich beim Sechseck, beim Achteck und beim Kreiſe, alſo bei allen regelmäßigen Figuren, die ſich in einen Kreis einſchreiben laſſen. Immer findet bei ihnen im mittleren Teile des Raumes eine läſtige Konzentration des Schalles ſtatt. Um bei einem Quadrat die Mißſtände zu verhindern, welche hauptſächlich aus der Reflexion der dem Redner gegenüberliegenden Wand entſtehen, liegt es nahe, ſie möglichſt hinauszurücken und ſie zu reliefieren.

Auf dieſe Weiſe geſtaltet ſich das Quadrat zum Rechteck, welches ſehr viel beſſere Bedingungen für die Schallverteilung zeigt als alle Zentralformen. In einem Saale *ABCD* (Fig. 86) von 20 m Breite und 45 m Länge ſei der Standpunkt des Vortragenden in *k*; dann fällt der Reflex $a_2 a$ mit 13,50 m Wegeunterſchied gegen den direkten Schall von *k* nach *a*, der Reflex $b_2 b$ nur noch mit einem Unterſchied von 8,50 m nach *b*, ſo daß innerhalb der Fläche $a_1 b_1 a_2 b_2$

Fig. 86.



die Reflexe von der Wand Ab_2 und der Wand Db_4 allein in *a* etwas trübend in die Pauſen fallen, aber ſchon in *b* gar nicht mehr ſtören, ſondern unterſtützen. Noch beſſer ergibt ſich für die Punkte *c*, *d*, *e* bei Wegeunterſchieden von 6,50 m, 5,00 m und 4,00 m eine kräftige Unterſtützung des direkten Schalles. Der Baumeiſter wird, um auch für die wenigen Plätze um *a* jede Beläſtigung fernzuhalten, die Wände Ab_3 und Db_4, ſowie endlich die Schlußwand *BC* reliefieren.

Man kann aber auch außerdem dieſe Wände Ab_2 und Db_4 hinausrücken und kommt ſo in logiſcher Weiſe beim Kirchenbau auf die Anordnung der Querſchiffe. Die Vorteile dieſer Form werden ſich übrigens auch ſehr wohl auf große Verſammlungs- und Konzertſäle ausdehnen laſſen.

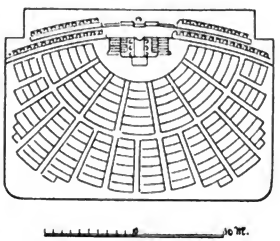
52. Parlamentsſäle.

Parlamentsſäle ſind bezüglich einer befriedigenden Akuſtik für den Baumeiſter ſchwierige Aufgaben. Der Verkehr zwiſchen dem Präſidium, den Abgeordneten und den Regierungsvertretern muß ſich leicht und bequem geſtalten, ebenſo die Verbindung der Sitze unter ſich und mit der Rednertribüne. Beſonders aber muß man überall gut verſtehen können, was der Abgeordnete ſagt und was vom Regierungstiſch erwidert wird. Der Reichstag und das Abgeordnetenhaus in Berlin zeigen ſo ziemlich dasſelbe Schema (Fig. 87): eine Länge des Raumes von etwa 30 m bei einer Breite von etwa 20 m; in der Mitte der Längswand das Präſidium; rechts und links davon die Bundesbevollmächtigten mit dem Reichs-

Digitized by Google

kanzler; davor die Tribüne und etwas tiefer die Stenographen; gegenüber in kreisförmigen Sitzreihen, die durch radiale Gänge geteilt sind, das Plenum des Hauses. So überſieht der Präſident das Ganze; ebenſo können die Vertreter der Regierungen das Wort nehmen, ohne ihre Sitze zu verlaſſen. Auch manche Reichsboten ſprechen mit Vorliebe vom Platze, haben es dann aber ſich ſelbſt zuzuſchreiben, wenn ſie nicht ſo gut verſtanden werden wie von der Tribüne. Gute Redner, die die Aufmerkſamkeit des Hauſes zu feſſeln wiſſen, beherrſchen den Raum, der doch nur mäßige Abmeſſungen beſitzt, vollkommen. Es gibt aber auch Abgeordnete, die weder deutlich, noch anregend ſprechen können und bei denen ſich das Intereſſe ihrer Zuhörer ſehr raſch in die ungezwungenſten Privatunterhaltungen auflöſt; ſie erfahren dann von ihren Freunden, daß von dem Vortrag faſt nichts zu verſtehen war.

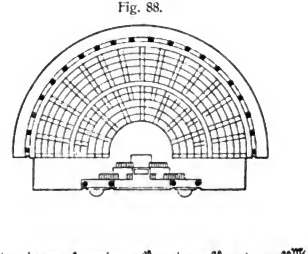
Fig. 87.



Grundrißſchema der Sitzungsſäle im Reichstagshaus und im Abgeordnetenhaus zu Berlin.

Ein großer Mangel im Reichstagsſaal, wie in dem ziemlich ähnlichen Saale des neuen Abgeordnetenhauſes beſteht in der ungenügenden Überhöhung der Sitzreihen, deren letzte nur etwa 1 m über der erſten ſich erhebt. Bei einer Steigung von 1 : 5, die doch wirklich noch recht bequem iſt, wäre die Geſamtüberhöhung rund 3 m und die Hörſamkeit weſentlich größer geweſen. Dies iſt um ſo auffallender, als ein klaſſiſches Beiſpiel hierfür im *Palais Bourbon* zu Paris (Fig. 88) vorlag. Der durch *Joly* 1838 ausgeführte Sitzungsſaal für 500 Abgeordnete zeigt die Form eines antiken Theaters, deſſen Sitze ſich in zweimal ſechs Reihen, durch einen Umgang getrennt, in halbkreisförmigen Ringen zu 2,60 m Endhöhe aufbauen; hinter der oberſten Reihe befindet ſich ein Säulenumgang von 32,50 m Durchmeſſer mit den Tribünen des Publikums; dem Halbrund des Hauſes gegenüber ſind Rednerſtand und Präſidium angeordnet. Dieſe Anordnung iſt würdig, ſchön und praktiſch; denn die Form eines anſteigenden halben Hohlkegels, gegen den vom Mittelpunkte aus geſprochen wird, iſt akuſtiſch ſehr vorteilhaft. Die antiken Theater beweiſen dies noch heute in ihren Trümmern. Das römiſche Theater in Orange (Südfrankreich) iſt in der unteren Hälfte ſeiner Sitzreihen reſtauriert; es faßt 6000 bis 7000 Menſchen (ja bis 10000 Zuhörer, wenn ſie in der oberen Hälfte ſtehen). Oben auf der äußerſten Stützmauer, auf 75 m Entfernung von der Szene, konnte ich die Erklärungen verſtehen, welche der Kuſtode dort unten einigen wißbegierigen Engländern verſetzte.

Fig. 88.



Sitzungsſaal im *Palais Bourbon* zu Paris.

Digitized by Google

Das Theater dient im Auguſt zu Gaſtvorſtellungen, die das *Théâtre français* hier gibt: gewöhnlich antike Stoffe in feierlichen Alexandrinern; außerdem Muſikaufführungen, *Gluck*'s »Iphigenie« und ähnliches. Auch die provençaliſchen Dichter tragen ihre Geſänge vor. Es ſind Feſtſpiele, zu denen die Zuſchauer aus ganz Südfrankreich zuſammenſtrömen und dieſe Vorſtellungen gern als Parallele zu Bayreuth betrachten.

53. Theaterſäle.

Aus alledem folgt, daß nicht nur der Grundriß, ſondern auch die Schnitte — beſonders der Längsſchnitt — uns Rechenſchaft geben über die Hörſamkeit eines Raumes. Die Steigung der Sitzreihen iſt hierbei das Weſentliche. Den Gedanken, aus dem vollen Halbkreis des antiken Theaters den beſten mittleren Teil von der Orcheſtra ab fächerförmig ſich erweiternd herauszuſchneiden, hatten ſchon *Langhans* wie *Cézar Daly* gehabt. *Wagner* aber hat das hohe Verdienſt, dieſe als die beſte erkannte Form durch ſeine zähe Energie mit vielen Opfern trotz aller Hinderniſſe im Verein mit *O. Brückwald* 1876 durch das Feſtſpielhaus in Bayreuth verwirklicht zu haben. Seit 2000 Jahren der wichtigſte Schritt vorwärts im Theaterbau!

Dieſem Beiſpiele folgte 1901 das Prinz Regenten-Theater in München (Fig. 89 u. 90), deſſen Zuſchauerraum die Abmeſſungen von Bayreuth nahezu genau wiederholte. Statt der 1345 auskömmlichen Sitze im Feſtſpielhaus zeigt das Münchener Theater auf derſelben Fläche nur 1106 allerdings ſehr reichlich bemeſſene Plätze. Die Steigung, mit welcher ſich die Sitzreihen übereinander aufbauen, iſt bei beiden Theatern 1 : 3,8. Die kuliſſenartig offenen Seitenbegrenzungen in Bayreuth wurden in München durch ſchräge geſchloſſene Wände erſetzt. Über die Bedenken gegen dieſe Änderung konnte ich die Erbauer (Arch. *Heilmann & Littmann)* beruhigen, und dieſe Zuverſicht hat ſich nach Eröffnung des Hauſes als berechtigt erwieſen. Bei dieſer Gelegenheit hatte ſich ein internationales Publikum (Theaterdirektoren, Muſiker, Berichterſtatter aller größeren Blätter etc.) eingefunden, das mit ſeinem enthuſiaſtiſchen Beifall nicht kargte.

Die „Frankfurter Zeitung“ vom 21. Auguſt 1901 ſchreibt: »Es iſt natürlich und gewiß nicht profan, wenn unſer Intereſſe bei dieſem Hauſe, das beſtimmt iſt, einer erleſenen Kunſt zu dienen, zuerſt bei dem äußern Rahmen verweilt. Wir genießen das vollendete Werk, das die einfachſten und vornehmſten Bedingungen ſo klar erfüllt, wie etwas, das wir ſchon lange unbewußt vermißten. In unſere Freude miſcht ſich die Verwunderung darüber, wie es möglich war, 25 Jahre vergehen zu laſſen, ehe nach Bayreuth ein zweites öffentliches *Wagner*-Reformtheater gebaut werden konnte. Fehlte den Theaterarchitekten in dieſer Zeit wirklich die innere Überzeugung und Hochachtung vor dem ſouveränen Kunſtwerk, als ſie nach wie vor konventionelle Opernhäuſer mit rangunterſchiedlichen, übereinandergeſtaffelten Logenkäfigen bauten? Wahrlich, ein Durchbrechen der Tradition tat Not!«

Die Tradition der Rangtheater, von der hier die Rede iſt, geht in das XVII. Jahrhundert zurück. Der Zuſchauerraum der damals entſtandenen fürſtlichen Palaſtbühne hatte einzig und allein den Zweck, die Perſon des Herrſchers zum ſtrahlenden Mittelpunkt zu machen. Er blieb mit ſeinen Logenrängen das unvermeidliche Vorbild bis in die neueſten Zeiten auch für die Häuſer, welche die aufſtrebenden Städte der dramatiſchen und der Tonkunſt errichteten, unbekümmert darum, daß die Bedingungen für dieſe Bauten inzwiſchen ganz andere geworden waren. Das Trägheitsmoment der Gewohnheit und die liebgewonnene bequeme Schablone waren zu mächtig und widerſtandsfähig.

54. Rang- und Amphitheater.

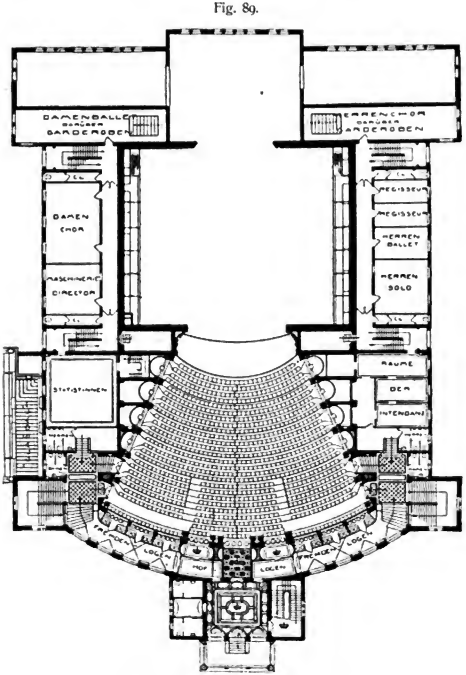
Stellen wir nun einmal die Eigenſchaften des Rangtheaters und des amphitheatralen Baues einander gegenüber.

Auch beim Rangtheater iſt wegen der Zahl ſeiner Sitze und wegen ſeiner Lage das Parkett der Hauptplatz. Soll es eine gleichmäßig gute Hörſamkeit bis hinten hin erhalten, ſo muß es kräftig anſteigen (Bayreuth und München 1:3,8),

Digitized by Google

und damit ſind Ränge ſo gut wie ausgeſchloſſen. Höchſtens einer, deſſen Sitzreihen dann aber ziemlich ſteil anſteigen müßten und der nie als ein I. Rang angeſehen werden würde. Die Folge davon iſt ein zahmer Ausgleich zwiſchen den Rängen und dem ſchwach anſteigenden, daher in ſeiner zweiten Hälfte nicht ſehr hörſamen Parkett. Das Sehen iſt dabei auf allen Plätzen durch die Vor-

Fig. 89.



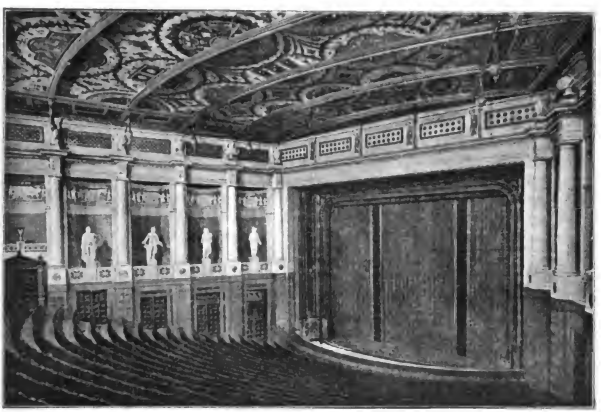
Prinz Regenten-Theater zu München.
Grundriß.

ſitzenden gehindert. Der ſcheinbare Vorzug, die Logenreihen über das Parkett und übereinander zu ſchieben und ſo der Szene zu nähern, wird wieder aufgehoben durch die ſchrägeren Geſichtslinien der Ränge und durch die Entwertung der überdeckten Plätze im Parkett wie in den Logen, deren Hören ſich umſomehr verſchlechtert, je tiefer hinein ſie liegen. Hierzu kommt der mangelhafte Ausblick auf die Bühne, mit dem alle Hinterplätze der Seitenlogen geſegnet ſind.

Digitized by Google

Beim amphitheatralen Prinz Regenten-Theater gibt es nur ein einziges, freies, mächtig anſteigendes Parkett ohne Rang- und Wertunterſchiede. Das gute Sehen wird durch einen Blick auf den Grundriß in Fig. 89 erklärlich. Das gute Hören mag kurz erläutert werden. Der von Bühne und Orchelter ausgehende Schall gewinnt, was er an eigener Kraft beim Fortſchreiten einbüßt, durch die mit der Entfernung immer reichlicher an allen Flächen des Zuſchauerraumes — der einen hierfür ſehr günſtigen Hohlkegel darſtellt — ſich bildenden Reflexe, ſo daß der Ton auch auf den äußerſten Reihen und in den Logen keine weſentliche Abnahme erfahren zu haben ſcheint. Durch die Kurvenform der Stufen, durch ſeine freie Lage über den unter ihm liegenden Reihen erhält jeder Sitz von dieſen allen

Fig. 90.



Prinz Regenten-Theater zu München.
Innenanſicht des Zuſchauerraumes.

ſeinen Anteil an zurückgeworfenen feinen Schallpartikelchen, ſo daß die letzten Sitze auch die totale Wirkung der geſamten Hohlfläche empfangen. (Dieſes etwa iſt zugleich das Geheimnis der wunderbaren Akuſtik in den antiken Theatern.) In München helfen hierzu noch weſentlich die geſchloſſenen Seitenwände, welche die Schallwellen in den Zuſchauerraum zurücklenken, während dieſe in Bayreuth zwiſchen den offenen Kuliſſenwänden nutzlos verſchwinden.

Wenn nun bei aller Überlegenheit der Amphitheater dennoch die Rangtheater mit ihren Mängeln immer noch vielfach gebaut werden, ſo geſchieht dies unter dem Druck der alten Gewohnheit und unter dem Einfluß eines Publikums, das im Theater nicht ſo ſehr den erhebenden Kunſtgenuß als vielmehr angenehme geſellſchaftliche Beziehungen und intimere Freuden in den lauſchigen Logen ſucht. Für dieſe Bedürfniſſe muß es eben Luxustheater geben.

Digitized by Google

Dagegen eignet ſich zum Volkstheater vorzugsweiſe die amphitheatrale Anordnung. Das Münchener Prinz Regenten-Theater brauchte ſtatt der Logen nur um 10 Stufen erweitert zu werden, um richtig eingeteilt 1600 Sitzplätze zu faſſen. Dieſe 10 Stufen würden eine ſtärkere Steigung zu erhalten haben als 1 : 3,8, etwa 1 : 2,5, und ſich damit dem Steigungsverhältnis der antiken Theater (1 : 2) nähern. Dann würde die Akuſtik auf den äußerſten Plätzen noch vollkommener ſein als die heute ſchon befriedigende in den Münchener Logen. Was überhaupt das tadelloſe Sehen und Hören anlangt, ſo braucht immer nur auf das maßgebende Urteil *Wagner*'s verwieſen zu werden. Das amphitheatrale Parkett hat ferner den großen Vorzug, bei einer eingebildeten oder wirklichen Gefahr durch ſeinen ungetrennten Zuſammenhang jedem Zuſchauer die Möglichkeit zu bieten, jeden der vielen Ausgänge zu erreichen, was bei den verſchiedenen Geſchloſſen eines Rangtheaters unmöglich iſt. Die Baupolizei wird daher bei einem Amphitheater ihre Anforderungen weſentlich mildern und damit den Bau von derartigen Volkstheatern erfreulich fördern können.

55. Theaterorcheſter.

Für das Orcheſter, die Tiefe ſeiner Senkung und ſeine Ausdehnung (unter das Proſzenium) wird entſcheidend ſein, welche Vorſtellungen im Theater ſtattfinden ſollen. Für eine *Mozart*-Oper kann das Orcheſter offen und flach liegen; 40 bis 45 Muſiker genügen völlig. *Meyerbeer* verlangt mehr, und noch mehr *Wagner*, der in Bayreuth 110 bis 120, in München bei „Triſtan und Iſolde“ jetzt ſogar 134 Inſtrumente vereint! Dieſer Tonfülle gegenüber würde ja die Stimme des Sängers — und dieſe bleibt doch immer die Hauptſache — gar nicht zur Geltung kommen können, wenn das Orcheſter nicht ſo tief verſenkt und dann noch oben zum Teil verdeckt würde. Auch dies genügt nicht immer, und man hat in München zum Auskleiden mit Stoff ſchreiten müſſen! Dadurch wird die Kraft der Inſtrumente abgedämpft; die Klänge werden mehr zuſammengeſchmolzen; ſie verlieren alles beigemiſchte Geräuſch: das Schluchzen der Bläſer, das Klappern der Ventile, das Kratzen der Bogen etc. Es gibt ketzeriſche Kapellmeiſter, die indeſſen bei aller Hochachtung vor *Wagner* doch ſeinen übertreibenden Nachfolgern gegenüber meinen, daß ein tüchtiger Dirigent auch mit 60 bis 70 Muſikern, die mit Verſtändnis und Liebe bei der Sache ſind, die Opern des großen Meiſters recht befriedigend aufführen könne. Der Boden des Orcheſters braucht dann nicht 4 m gegen das Bühnenpodium geſenkt zu werden wie in Bayreuth und kann auch unverdeckt bleiben. Das Mehr oder Minder hierbei iſt ſchließlich eine Geldfrage.

56. Decke des Zuſchauerraumes.

Bei allen Theatern wird die Ausbildung der Deckenfläche von erheblicher Bedeutung ſein. Die Felder im letzten Dritteil dieſer Fläche können glatt bleiben, weil ſie günſtig nach den oberen, entfernteſten Zuſchauerreihen reflektieren. Dagegen müſſen die vorderen zwei Dritteile ſtark gegliedert und die Felder kräftig reliefiert werden, da ſie ſonſt hinterherſchleppende und ſtörende Reflexe nach unten hin entwickeln würden.

57. Sitzüberhöhungen.

Auf die Notwendigkeit der Sitzüberhöhungen hat ſchon vor 100 Jahren *Rhode*[114]) hingewieſen, ebenſo ſpäter *Lachèz*[115]), dieſem folgend *Favaro*[116]), *Scott Ruſſel* und *Bache*. Sie alle ſchreiben eine mit der Entfernung wachſende Überhöhung der Sitze vor, ſo daß die Steigung derſelben nicht mehr eine gerade Linie, ſondern eine Kurve bildet. Und zwar vorzugsweiſe aus optiſchen

[114]) In: Theorie der Verbreitung des Schalles für Baukünſtler. Berlin 1800.
[115]) In: *Acouſtique et optique des ſalles de réunion etc.* Paris 1879.
[116]) In: *L'acuſtica applicata alla coſtruzione delle ſale per ſpettacoli etc.* Turin 1882.

Digitized by Google

Gründen. Die wachſende Überhöhung iſt aber noch vielmehr der Hörſamkeit wegen erforderlich, damit die freiere Lage gerade den entfernteren Sitzen die beſſere Zugänglichkeit der Reflexe immer mehr verſchaffe.

Für die Stufenanlagen iſt eine Kurve von ſtets wechſelnder Steigung ebenſo unbequem wie gefährlich. Man wird daher vorziehen, die Kurve in einzelne gerade Stücke zu zerlegen; und dies hatte ich im Sinne, als ich oben für ein Volkstheater vorſchlug, aus der Steigung 1 : 3,8 in die ſtärkere Steigung 1 : 2,5 für die letzten 10 Sitzreihen überzugehen.

Außer der Kenntnis der Reflexionsgeſetze iſt diejenige der Sitzüberhöhungen für den Baumeiſter die bei weitem wichtigſte, mag es ſich um einen Hörſaal, ein Konzerthaus, eine Kirche, einen Parlamentsſaal oder ein Theater handeln: die Abnahme des direkten Schalles muß durch günſtige Reflexe und durch Herausheben der entfernteren Sitzreihen ausgeglichen werden.

58. Konzertſäle.

Konzertſäle pflegen ſelten ausſchließlich für muſikaliſche Aufführungen zu dienen; ſie werden meiſt auch zu Feſtlichkeiten benutzt und erhalten deshalb einen wagrechten Fußboden, dann aber außerdem Eſtraden oder Logen. Gewöhnlich an eine Schmalſeite iſt ein ſtufenweiſe anſteigendes Podium für das Orcheſter und die Sänger gelegt, damit die Erhebung desſelben die mangelnde Überhöhung der Sitzreihen etwas ausgleicht. Die erſten Stufen gehören der Streichmuſik; dann folgen die Holzbläſer und endlich das Blech und die Schlaginſtrumente. Der Fußboden des unterſten Trittes, auf welchem die Soloſänger ſtehen, muß aus gutem, dünnen Brett beſtehen, deren Unterlager deshalb näher zu rücken ſind und die mit dem Fußboden des Saales in unmittelbarer Verbindung ſtehen, um durch ihre Vibrationen eine möglichſt große Reſonanz des ganzen Raumes zu wecken. Man muß ſich erinnern, daß die Tonwellen im Holz fünfzehnmal raſcher als in der Luft ſich fortpflanzen und dadurch die Geſamtwirkung des direkten Tones und der Reflexe unterſtützen.

59. Rednertribünen, Kanzeln etc.

Rednertribünen in Verſammlungsſälen werden aus ähnlichen Gründen gegen den Fußboden um mehrere Stufen herausgehoben. Der Stand des Redners auf einem leichten Belage mit durchbrochenen Vorderflächen und einer reflektierenden und mitſchwingenden getäfelten Rückwand.

Dieſelben Geſichtspunkte gelten für Kanzeln, deren Fußboden etwa 2,50 m gegen das Kirchenſchiff erhöht wird. Je größer die Abmeſſungen der Kirche ſind, umſomehr wird es ſich empfehlen, die Kanzel der Reſonanz des Holzes wegen aus dieſem Material herzuſtellen. Außer der Rückwand tritt hier zur Verſtärkung der Rede noch der Schalldeckel hinzu, welcher beſonders nach den entfernteren Sitzen der Schiffe zu reflektieren berufen iſt. Außerdem aber ſoll er die Worte hindern, ſich nach oben zu verlieren und vom Gewölbe als ſtörender Nachhall zurückzukommen.

Ihrer erhöhten Lage wegen ſind die Sitzreihen auf den Emporen, wenn ſie zweckmäßig übereinander anſteigen, gegen die Sitze auf ebener Erde akuſtiſch im Vorteil. Dem unteren Geſtühl wird man durch Holzfußboden, durch Täfelungen der Wände und Pfeiler nachhelfen können. Von der Kanzel wird es dem Redner nicht ſchwer fallen, durch die Reflexe der Rückwand und des Schalldeckels unterſtützt und durch das feierliche Tempo der Sprache begünſtigt, ſich überall hin verſtändlich zu machen. Schwieriger wird dies dem Prediger, wenn er vor dem Altare freiſtehend ſpricht. Damit kein läſtiger Reflex von oben her auftritt, werden gerade dort die Felder durch kräftig vortretende Rippen geteilt und mit Rauhputz verſehen werden müſſen.

Digitized by Google

60. Höhenlagen der Decken.

Die Höhenlage der Decke eines jeden Raumes wird seltener durch akustische als durch künstlerische und konstruktive Rücksichten bestimmt. Ob es nun aber eine wagrechte freiliegende oder geputzte Holzdecke, ob es eine gewölbte Steindecke oder ein leichter Ersatz einer solchen durch Eisenträger und Drahtputzfelder ist, so daß sie sich in der Resonanz der geschalten Decke etwas nähert, immer muß sie sorgfältig daraufhin angesehen werden, wohin sie reflektiert. Die Schallwellen treffen in der ersten Hälfte ziemlich senkrecht bei ihr auf, werden ebenso reflektiert und können leicht für die Zuhörer darunter störend werden. Im zweiten Teile fallen sie mehr und mehr schräge und sind bei nicht zu bedeutender Höhe für die entfernteren Sitze zur Unterstützung des direkten Schalles günstig. Man wird daher die Deckenflächen, ähnlich wie die Wandflächen, durch unterbrechende Träger, Gurtungen, Rippen gliedern und die Felder, wenn körperliches Ornament zu kostspielig erscheint, im ersten Teile rauh putzen müssen. (Siehe den Schluß von Art. 47, S. 67.)

Wo man bei der Decke diese Vorsichtsmaßregeln versäumt hatte, ist man nachträglich auf den verzweifelten und wunderlichen Gedanken geraten, quer durch den Raum Fäden und Netze aus Draht zu spannen, um den lästigen Nachhall zu brechen! Nun marschiert aber der Schall, wie jeder Theaterbesucher weiß, selbst durch ziemlich dichte Wolkenschleier, Gazegardinen etc. hindurch, ohne sich merklich zu mindern. So hatten dann natürlich jene Vorkehrungen nur den Erfolg, das Aussehen des Raumes zu schädigen.

Man kann aber zu einem anderen, zweckmäßigeren Mittel greifen, welches zugleich zum Schmuck des Inneren dient. Man kann in die Achsen des Raumes Kronleuchter hängen, deren Körper, Flammenreifen und Blattornamente den Schall viel wirksamer brechen als jene Netze, und ihn zwingen, nicht nutzlos nach oben zu verschwinden, sondern sich nach den Emporen und nach unten zu verteilen. In der von mir 1875 erbauten Grabkirche auf dem Zentralfriedhof bei Magdeburg-Buckau habe ich den Nachhall aus der Vierungskuppel durch Aufhängen einer großen Bronzekrone mit Erfolg beseitigt.

61. Sprechweise.

In Art. 45 (S. 66) ist auf die Wichtigkeit des Zeitmaßes hingewiesen worden, welches sich durchaus nach der Größe des Raumes zu richten hat, wenn der Vortrag befriedigen, d. h. verstanden werden soll. Diesem notwendigen Verständnis treten nicht nur die Unfähigkeit, deutlich zu sprechen, und die erwähnten Rücksichtslosigkeiten des Auditoriums in gewissen Versammlungsfällen (Parlamenten) entgegen, sondern bedauerlicherweise auch die sog. „moderne Richtung“ in unseren Theatern. Auf der Bühne hat eine Manier Platz gegriffen, die den Dialog derart überstürzt, daß selbst auf den besten Parkettplätzen mittelgroßer Theater (Deutsches Theater, Schauspielhaus in Berlin u. s. w.) ein erheblicher Teil des Vortrages viel mehr erraten als wirklich verstanden wird. *Shakespeare*'s Verse sind nicht leicht zu sprechen; darum soll sich aber niemand an sie wagen, der dieser Aufgabe nicht gewachsen ist. So aber entgehen uns trotz guter Kenntnis seiner Meisterwerke die geistreichsten Beziehungen, die herrlichsten Bilder bei dieser unvernünftigen Redejagd auf der Szene. Das nennt man „intimes Spiel“, weil es nur die Schauspieler, sonst aber niemand im Hause verstanden hat. Grundsätzlich sind ja die Zuschauerräume für das Drama weniger ausgedehnt zu gestalten als bei der Oper. Ich entsinne mich aber noch sehr wohl der Zeit, als im Berliner mächtigen Opernhause *Goethe*'s „Faust“ gegeben und von uns Bauakademikern, die wir die höchsten und entlegensten Plätze zierten, vorzüglich verstanden wurde. *Hendrichs* und *Berndal* wußten eben zu sprechen und sich dem Raume anzupassen!

Digitized by Google

62. Unterſuchung der Hörſamkeit.

Uber die Hörſamkeit auf verſchiedenen, entfernteren Punkten eines größeren Saales iſt das Fallſtäbchen wohl geeignet, ſicheren Anhalt zu geben. Das durch den Fallſchlag des Apparates erzeugte Geräuſch iſt den Geräuſchen der Konſonanten zu vergleichen. Erſt wenn die Konſonanten einer Rede hörbar werden, wird dieſe ſelbſt verſtändlich. (Siehe Art. 43, S. 65.)

So zeigt das Inſtrument auf der Rednertribüne, auf dem Podium, auf dem Profzenium etc. durch die Fallhöhen, welche für die Reizſchwelle an den einzelnen Orten notwendig werden, die Anſtrengungen an, die Redner, Schauſpieler u. ſ. w. machen müſſen, um dort verſtanden zu werden. Für jeden Punkt muß dies natürlich 15 bis 20 mal wiederholt und daraus der Durchſchnitt genommen werden.

63. Schlußwort.

Im vorſtehenden finden meine Fachgenoſſen in gedrängter Kürze vereint, was mir nach jahrelanger Beſchäftigung mit den uns angehenden Schallgeſetzen als das Wichtigſte für die praktiſche Tätigkeit des Baumeiſters erſchienen iſt. Alle Äußerungen des Schalles unterliegen einfach den Kräftegeſetzen und haben nicht das mindeſte Geheimnisvolle. Die Grundlagen für die ganze Entwickelung ſind die Erfahrungen, welche jeder kennt, jeder nachprüfen kann. Ebenſo offen und klar liegen für jeden die Folgerungen, die Nutzanwendungen. Zu meinem Bedauern hat ſich bisher niemand gefunden, der dieſe Materie weiter ausbaut, die Meſſungen vervollſtändigt und berichtigt. Denn dieſer Berichtigungen bedarf jede Erfahrungswiſſenſchaft. Einen verſtändigen Weg, der zum Ziele führt, glaube ich gewieſen zu haben.

Die gerechten Anſprüche, welche das Publikum an die Hörſamkeit der Räume ſtellen kann, müſſen erfüllt werden. Es darf keine Anſtrengung, keine Überlegung, keine Mühe zu groß ſein. Andererſeits aber brauchen wir uns dann keine unverdienten Ausſtellungen gefallen laſſen, mit denen eine voreilige Kritik leicht bei der Hand iſt. An mehr als einer Stelle habe ich deswegen darauf hingewieſen, daß die „mangelhafte Akuſtik“ recht oft mehr Schuld des Vortragenden wie die des Baumeiſters iſt!

Literatur

über „Akuſtik der Räume“.

DUMONT, G. M. ***Parallèle des plans des plus belles ſalles de ſpectacle de l'Italie et de la France.*** Paris 1766.

PATTE, P. ***Eſſai ſur l'architecture théâtrale.*** Paris 1782.

SAUNDERS, G. ***A treatiſe on building theatres.*** London 1790.

STIEGLITZ, CH. L. Encyclopädie der bürgerlichen Baukunſt etc. Ueber Schauſpielhaus. Leipzig 1792—98.

LANGHANS, C. G. Vergleichung des neuen Schauſpielhauſes zu Berlin mit verſchiedenen älteren und neueren Schauſpielhäuſern in Rückſicht auf akuſtiſche und optiſche Grundſätze. Berlin 1800.

RHODE, J. G. Theorie der Verbreitung des Schalls für Baukünſtler. Berlin 1800.

CATEL, L. Vorſchläge zur Verbeſſerung der Schauſpielhäuſer. Berlin 1802.

WEINBRENNER, F. Ueber Theater in architektoniſcher Hinſicht mit Beziehung auf Plan und Ausführung des neuen Hoftheaters zu Carlsruhe. Tübingen 1809.

LANGHANS, C. F. Ueber Theater oder Bemerkungen über Katakuſtik. Berlin 1810.

WETTER, J. Unterſuchungen über die wichtigſten Gegenſtände der Theaterbaukunſt, der vortheilhaften Formen des Auditoriums und der zweckmäßigen Anordnung der Bühne und des Profceniums, in optiſcher und akuſtiſcher Hinſicht. Mainz 1829.

OTTMER, C. T. Architektoniſche Mittheilungen. Abth. 1: Das Königſtädter Schauſpielhaus zu Berlin etc. Braunſchweig 1830.

LACHEZ. ***Sur l'optique et acouſtique des ſalles de réunion publique.*** Paris 1848.

HENRY, J. ***On acouſtics applied to public buildings. Annual report of the Smithſonian inſtitution etc. for the year 1856.*** Waſhington 1857.

Digitized by Google

A few gropings in practical acouſtics. ***Builder,*** Bd. 8, S. 411, 421.
On the arrangement of buildings with reference to ſound. ***Building news,*** Bd. 4, S. 1178, 1195, 1228.
HAEGE. Bemerkungen über Akuſtik, mit Bezug auf öffentliche Bauwerke in den Vereinigten Staaten und in England. Zeitſchr. f. Bauw. 1859, S. 581.
LANGHANS. Principien der Akuſtik und ihre Anwendung bei Theaterbauten. Zeitſchr. f. Bauw. 1860, S. 330.
SMITH, T. *On acouſtics.* ***Builder,*** Bd. 18, S. 815, 833.
SMITH, T. R. *A rudimentary treatiſe on the acouſtics of public buildings.* London 1861.
HELMHOLTZ, H. Die Lehre von den Tonempfindungen etc. Braunſchweig 1862. — 4. Aufl. 1877.
The acouſtic properties of rooms. ***Builder,*** Bd. 19, S. 469, 578.
ORTH. Verhältniß der Akuſtik in baulicher Beziehung. Zeitſchr. f. Bauw. 1864, S. 296.
TYNDALL, J. ***Sound.*** London 1867. — 4. Aufl. 1883.
Akuſtiſche Neuigkeiten. Wochbl. d. Arch.-Ver. zu Berlin 1867, S. 369.
TYNDALL, J. ***Sound: A court of eight lectures.*** London 1869. — Deutſche Ausg. von H. HELMHOLTZ & G. WIEDEMANN. Braunſchweig 1874.
Acouſtics and buildings. ***Builder,*** Bd. 27, S. 402.
Gutachten des Königl. Geh. Regierungsraths Prof. Dr. DOVE über die bei der Errichtung eines neuen Domes in Berlin zu beobachtenden Rückſichten auf Akuſtik. Zeitſchr. f. Bauw. 1871, S. 245. Deutſche Bauz. 1871, S. 231.
ORTH. Die Akuſtik großer Räume mit ſpeciellem Bezug auf Kirchen. Zeitſchr. f. Bauw. 1872, S. 189. — Auch als Sonderabdruck im Buchhandel erſchienen: Berlin 1872.
SAELTZER, A. *Treatiſe on acouſtics in connection with ventilation.* London 1873.
Akuſtik. HAARMANN's Zeitſchr. f. Bauhdw. 1874, S. 30, 46.
DREW, TH. *On the application of wires to remedy acouſtic defects in public buildings.* ***Builder,*** Bd. 32, S. 477.
Der Entwurf zu einem Volks-Opernhauſe für Paris. Der Schall im Theater. Deutſche Bauz. 1876, S. 344.
Notiz zur Akuſtik großer Räume. Deutſche Bauz. 1877, S. 330.
LÖFFLER. Akuſtik im geſchloſſenen Raume. Wochſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1877, S. 115.
HENRY, J. *Refearches on ſound. Annual report of the Smithſonian inſtitution etc. for the year 1879.* Waſhington 1879.
Aphorismen über Akuſtik. ROMBERG's Zeitſchr. f. prakt. Bauk. 1879, S. 13.
The acouſtic properties of buildings. ***Building news,*** Bd. 36, S. 410. NOSTRAND's ***electric engng. mag.,*** Bd. 22, S. 153, 369.
Concert rooms and ſound. ***Building news,*** Bd. 37, S. 277.
The acouſtical improvement of large halls. ***Engng.,*** Bd. 28, S. 399; Bd. 30, S. 136, 148.
Effect of the motion of the air within an auditorium upon its acouſtic qualities. ***Builder,*** Bd. 37, S. 44. ***Philoſoph. magaz.,*** Bd. 7, S. 111.
WATSON, T. L. *The acouſtics of public buildings.* ***Building news,*** Bd. 38, S. 234, 245.
An experiment in acouſtics. ***Building news,*** Bd. 39, S. 176.
Vorrichtungen in Wänden, Decken und Sitzbänken bei Kirchen, Theatern, Kuppeln, Parlaments- und anderen Hörſälen zur Beförderung der Akuſtik durch Deflexion der Schallwellen. Deutſche Bauz. 1881, S. 9.
Die Verbeſſerung der Akuſtik in Hörſälen. Wochbl. f. Arch. u. Ing. 1881, S. 160.
Aus der Lehre vom Schall. HAARMANN's Zeitſchr. f. Bauhdw. 1881, S. 50, 57.
LACHEZ, TH. *Acouſtique et optique des ſalles de réunion etc.* Paris 1881.
OAKEY, A. F. *Acouſtics in architecture. Architect,* Bd. 40, S. 195.
Acouſtics in architecture. Engineering magazine 1881. Building news, Bd. 41, S. 391.
FAVARO, A. *L'acuſtica applicata alla coſtruzione delle ſale per ſpettacoli e pubbliche adunanze.* Turin 1882.
Verbeſſerung der Akuſtik durch Netze von Metalldrähten. Centralbl. d. Bauverw. 1882, S. 78. Geſundh.-Ing. 1882, S. 217.
Ueber die Akuſtik der Säle. St. Gallen 1886.
EICHHORN. Die Akuſtik großer Räume nach griechiſcher Theorie. Deutſche Bauz. 1886, S. 22.
EICHHORN, A. Die Akuſtik großer Räume nach altgriechiſcher Theorie etc. Berlin 1888.
STURMHOEFEL, A. Scene der Alten und Bühne der Neuzeit. Berlin 1889.
Die akuſtiſchen Verhältniſſe einiger römiſchen Kirchen. Centralbl. d. Bauverw. 1891, S. 188.
KENT, H. C. *A diſtinction in the acouſtic purpoſes of public buildings.* ***American architect,*** Bd. 39, S. 9.

Digitized by Google

STURMHOEFEL, A. Akuſtik des Baumeiſters oder: Der Schall im begrenzten Raume. Berlin 1894. — 2. Aufl.: Dresden 1898.
STURMHOEFEL, A. Neues über Schallmeſſung. Deutſche Bauz. 1894, S. 24.
SMITH, T. R. *Acouſtics in relation to architecture and building.* Neue Aufl. London 1895.
ROSS. Grundzüge der Raumakuſtik mit beſonderem Bezug auf den Theaterraum. Zeitſchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1896, S. 19.
STURMHOEFEL, A. Centralbau oder Langhaus? Erörterung der Schallverhältniſſe in Kirchen. Berlin 1897.
Der Schallfucher. Centralbl. d. Bauverw. 1897, S. 591.
EICHHORN, A. Der akuſtiſche Maasſtab für die Projectbearbeitung großer Innenräume etc. Berlin 1899.
HÜBBE. Nach- und Wiederhall in Predigtkirchen und Hörſälen. Zeitſchr. f. Arch. u. Ing., Wochausg., 1900, S. 193.
Acouſtical properties of buildings. Building news, Bd. 79, S. 311, 347.
SABINE, W. C. *Architectural acouſtics. American architect*, Bd. 68, S. 3, 19, 35, 43, 59, 75, 83.

3. Kapitel.

Glockenſtühle.

Von C. KÖPCKE.

64. Allgemeines.

Schon ſeit dem frühen Mittelalter finden wir für gottesdienſtliche Zwecke die Türme der chriſtlichen Kirchen, ſpäter auch die Feſtungs- und Rathaustürme (Belfriede) für die Zwecke der bürgerlichen Gemeinden mit Glockengeläuten verſehen; jedoch kommen erſt ſeit der Mitte des XIII. Jahrhundertes größere gegoſſene Glocken vor, deren Anbringung und Bewegung uns hier zu beſchäftigen hat[117]).

Eine Glocke ſtellt einen Rotationskörper dar, welcher beim Anſchlagen in Transverſalſchwingungen gerät, deren Knotenpunkte in zwei ſich rechtwinkelig kreuzenden Durchmeſſern liegen, welche die Klangfigur bilden, während der Körper an der Durchkreuzungsſtelle in der Achſe feſtgehalten wird. Maßgebend für die Höhe des Haupttones einer Glocke iſt außer dem größten Durchmeſſer die Wandſtärke nächſt dem unteren Rande, wohin der Klöppel trifft. Die Stärke an dieſer Stelle heißt der Schlag und bildet im weſentlichen die Grundlage für alle übrigen Abmeſſungen der Glocke, deren Verhältniſſe im Laufe der Zeit für größere Bezirke ziemlich feſtſtehende geworden ſind. Bei ähnlichen Glocken aus demſelben Material ſteht die Tonhöhe in umgekehrtem Verhältnis zur Größe; eine Glocke alſo, welche einen um eine Oktave höheren Ton geben ſoll als eine andere, muß linear halb, an Inhalt alſo $^1/_8$ ſo groß ſein als die den Grundton liefernde. Der Achſenſchnitt einer Glocke wird die Rippe genannt, und man kennt in Mitteleuropa namentlich die deutſche und die franzöſiſche Rippe, welche hauptſächlich dadurch voneinander abweichen, daß bei der deutſchen Rippe der untere Durchmeſſer 14 Schlag und die Höhe 10,27 Schlag, bei der franzöſiſchen der untere Durchmeſſer 15 Schlag und die Höhe 12 Schlag groß ſind.

Indes ſind die Gewichte der Glocken auch bei der Anwendung derſelben Rippe nicht ohne weiteres aus der Tonhöhe oder dem Durchmeſſer zu berechnen; es kommt vielmehr bei dieſer Berechnung zunächſt das Material in Frage. Bekanntlich werden die Glocken faſt ausſchließlich aus Bronze — etwa $^3/_4$ bis $^4/_5$ Kupfer und $^1/_4$ bis $^1/_5$ Zinn gegoſſen; es kommen aber auch Glocken aus Gußſtahl und Gußeiſen vor, welche ungeachtet der etwa gleichen Geſtalt und Größe deshalb nicht gleich hohe Töne wie Bronzeglocken geben können, weil die Tonhöhe (Zahl der transverſalen Schwingungen in der Zeiteinheit) mit dem Elaſtizitätskoeffizienten und umgekehrt mit dem Einheitsgewichte zunimmt. Da nun Gußſtahl einen größeren Elaſtizitätskoeffizienten und ein kleineres Einheitsgewicht als Bronze hat, ſo müſſen Gußſtahlglocken höhere Töne geben als Bronzeglocken von gleichen Abmeſſungen; ſie müſſen daher behufs Erzielung gleich holler Töne entweder durchweg größer oder bei gleichen äußeren Abmeſſungen mit dünneren Wandungen verſehen ſein als Bronzeglocken; tatſächlich werden die Stahlglocken leichter, und zwar nach der *Junck*'ſchen Tabelle[118]) mit ca. 72 bis 75 Vomhundert des Gewichtes der Bronzeglocken hergeſtellt.

[117]) Nach: VIOLLET-LE-DUC's *Dictionnaire raiſonné de l'architecture francaiſe* (Bd. III, S. 359) wurden bis zum XII. Jahrhundert die Glocken nur angeſchlagen, nicht geſchwungen. Als die vorhandenen romaniſchen Türme mit ſchweren ſchwingenden Glocken ausgeſtattet wurden, traten viele Beſchädigungen ein, denen man im gotiſchen Zeitalter durch ſolidere Bauart vorzubeugen ſuchte.

[118]) In: JUNCK, D. V. Wiener Bauratgeber etc. Wien 1880. S. 249.

Digitized by Google

Indes ift felbft bei Verwendung gleichen Materials wegen der mechanifchen Einwirkungen der flüffigen Glockenmaffe auf die Gußform äußerft fchwer, das Glockengewicht von vornherein genau zu beftimmen; fodann aber ift es auch nicht zweckmäßig, den Glocken eine vollkommen ähnliche Form zu geben, wenn mehrere derfelben zufammen ein Geläute bilden follen, weil die Glocken je nach ihrer Geftalt außer dem Haupttone noch mehrere andere Töne, insbefondere die nächfthöhere Oktave und dazwifchen die kleine oder große Terz oder Quarte unterfcheiden laffen. Da nun beifpielsweife drei Glocken, wovon die größte den Grundton *C*, die mittlere die große Terz *E* und die kleinfte die Quinte *G* liefert, während alle drei daneben die ihrem Haupttone zugehörige große Terz als Zwifchenton geben, die Töne

C *E* *G*
E *Gis* *B*
G *H* *G*

unterfcheiden laffen und fomit wegen des gleichzeitigen Vorkommens der Töne *G* und *Gis*, fowie *H* und *C* einen höchft unharmonifchen Klang erzeugen würden, fo ift es notwendig, bei der mittleren Glocke durch Abänderung ihrer Form ftatt des *Gis* ein *G* (alfo die kleine Terz) und bei der kleinften Glocke ftatt des *H* ein *C* (alfo eine Quarte) zu ftande zu bringen. Ift es hiernach fchon gar nicht zufällig, die Glocken genau ähnlich herzuftellen, fo kommt als fernere Urfache von Abweichungen der bis jetzt noch beftehende Mangel an einer genügenden wiffenfchaftlichen Glockenakuftik, infolgedeffen ein gewiffes Herumtappen bei der Wahl der Abmeffungen und oft das Beftreben der Glockengießer hinzu, möglichft an Material zu fparen, und es ift daher erklärlich, daß die vorhandenen Tabellen über Glockengewichte große Abweichungen untereinander aufweifen.

Wir haben das Vorftehende deshalb hier einleitungsweife erwähnen zu müffen geglaubt, um den Lefer auch in der Glockenkunde einigermaßen zu orientieren, namentlich aber, um der irrigen Annahme zu begegnen, als feien alle Glocken von gleicher Tonhöhe auch gleich groß und fchwer, eine Annahme, die wir der Einfachheit halber und weil es fich bei der Berechnung der Glockenftuhlkonftruktionen nur um die Kraftwirkungen beim Läuten handelt, gleichwohl behufs Berechnung von Zahlenbeifpielen zu Grunde legen werden.

a) Theoretifche Unterfuchungen.

65. Elemente der Berechnung.

Eine fchwingende Glocke ift als ein phyfifches Pendel anzufehen. Man bedarf daher behufs der Ermittelung der Kraftwirkungen beim Schwingungsvorgange und der Schwingungszeit der Kenntnis der Lage ihrer feften Drehachfe, des ftatifchen und des Trägheitsmoments, fomit auch ihrer Maffe und der Lage ihres Schwerpunktes. Alle die gefuchten Größen find auf den größten Glockendurchmeffer am unteren Rande als Einheit zu beziehen. Im folgenden ift die deutfche Rippe [119]), als die in Deutfchland gebräuchlichfte, den Ermittelungen zu Grunde gelegt, und die benötigten Werte find dadurch möglichft genau ermittelt worden, daß das Profil zunächft in eine Anzahl von Ringen zerlegt wurde, welche man einzeln als Kegel anfah und demnächft die Summe der für den Hohlraum gefundenen Größen von der Summe der für die Oberfläche berechneten fubtrahierte [120]).

Die gefundenen Größen find unter Nichtbeachtung der Henkel der Glocken folgende:

Inhalt der Glocke . . . . . $Q = 0{,}052292\ D^3$;
Abftand des Schwerpunktes vom Scheitel der Glocke . $= 0{,}500945\ D$;
Höhe des Schwerpunktes über der Grundebene . . . $= 0{,}2346\ D$;
Trägheitsmoment in Bezug auf eine parallel der Grundebene gelegte Schwerpunktsachfe . . . . . $J = 0{,}008437\ D^5\ \frac{\gamma}{g}$,

oder $J = 0{,}10397\ Q D^2\ \frac{\gamma}{g}$ [121]).

[119]) Diefelbe ift befchrieben und gezeichnet zu finden in:
Otte. Glockenkunde. Leipzig 1858. S. 63.
Rau, E. Glockengießerkunft. Allg. Bauz. 1872, S. 330.

[120]) Bei diefer recht mühfamen Arbeit hat mir der leidem als Finanz- und Baurat leider verftorbene Ingenieur *Otto Klette* vortreffliche Hilfe geleiftet, deren ich an diefer Stelle dankend gedenke.

[121]) Mit einer Glocke von 518 mm unterem Durchmeffer und 73,5 kg Gewicht, einfchl. der fog. Krone, angeftellte Pendelverfuche haben ftch diefe Zahlen als für unfere Zwecke hinlänglich zutreffend erwiefen.

Digitized by Google

Für Glocken, die nach der franzöſiſchen Rippe geformt ſind, hat *Schinz*[122]) durch Zerlegen des Glockenprofils der Höhe nach in 20 Ringe, „welche ohne erheblichen Fehler ſo angenommen werden konnten, als ob die ganze Maſſe im Umfange des Kreiſes durch die Schwerpunkte der Querſchnitte gleich verteilt ſei“, gefunden: den Inhalt zu $2\pi \cdot 7041{,}5\, p^3$, worin p einen Punkt oder $\frac{1}{90}$ des unteren Durchmeſſers bezeichnet. Demnach würde in D ausgedrückt der Inhalt ſein

$$Q = 0{,}059373\, D^3.$$

Für das Trägheitsmoment, bezogen auf einen unteren Durchmeſſer, findet *Schinz*

$$J = 2\pi \cdot 1348{,}897\, p^5 = 0{,}014327\, D^5\, \frac{\gamma}{g}.$$

Rechnet man dagegen unſeren obigen Wert entſprechend um, ſo folgt (nach Gleichung 42 in Teil I, Bd. 1, erſte Hälfte, S. 266 dieſes „Handbuches“[123])

$$J_1 = J + 0{,}23462^2\, Q\, D^2\, \frac{\gamma}{g} = D^5\, \frac{\gamma}{g}\,(0{,}005437 + 0{,}2346^2 \cdot 0{,}058292) = 0{,}008315\, D^5\, \frac{\gamma}{g},$$

welcher Unterſchied aus der länglicheren Form des von *Schinz* benutzten Glockenprofils zum Teile zu erklären iſt.

Der Unterſchied wird geringer, wenn man das Trägheitsmoment in Q und D^2 ausdrückt, mithin den Rauminhalt, welcher bei der *Schinz*'ſchen Glocke gegenüber der deutſchen Glocke im Verhältnis von 59 : 52 größer iſt, ausſcheidet; alsdann findet ſich bei *Schinz*

$$J_1 = 1914\, p^2\, Q\, \frac{\gamma}{g},$$

oder durch 8100 = 90 × 90 dividiert,

$$J_1 = 0{,}236\, Q\, D^2\, \frac{\gamma}{g},$$

während ſich bei unſerer Glocke findet:

$$J_1 = 0{,}139\, Q\, D^2\, \frac{\gamma}{g}.$$

Endlich iſt zur Erklärung dieſes Unterſchiedes darauf hinzuweiſen, daß bei uns der Schwerpunkt um 0,2346 D über dem unteren Rande liegt, dagegen bei *Schinz*:

$$\frac{\text{Statiſches Moment}}{\text{Rauminhalt}} = \frac{2\pi \cdot 204803\, p^4}{2\pi \cdot 7041{,}5\, p^3} = 29{,}08\, p = 0{,}323\, D,$$

ein Unterſchied, der ſich aus der größeren Höhe (0,8 D gegen 0,7346 D bei der deutſchen Glocke) allein nicht erklärt und der ſomit eine noch ſonſt abweichende Maſſenverteilung vorausſetzen läßt.

Das Gewicht einer Glocke von 1 m Durchmeſſer nach der deutſchen Rippe ergibt ſich nach unſerer obigen Ziffer beim Einheitsgewicht von 8,81 zu $0{,}052292 \cdot 8810 = 460{,}7$ kg, ausſchl. der zur Befeſtigung an die Drehachſe dienenden Teile, der ſog. Krone. Dagegen wiegen die nach dieſer Rippe vom Glockengießer *Große* ausgeführten Glocken der *Johannis*-Kirche in Dresden[124]), einſchl. der Krone: die *C*-Glocke von 1,57 m Durchmeſſer 1853,5 kg oder, durch Diviſion mit $1{,}57^3$ auf 1 m Durchmeſſer reduziert, 478,3 kg; die *E*-Glocke von 1,22 m Durchmeſſer 912 kg oder, auf 1 m Durchmeſſer reduziert, 502,2 kg; die *G*-Glocke von 1,05 m Durchmeſſer 503 kg oder, auf 1 m Durchmeſſer reduziert, 434 kg, während, wie in Fußnote 121 angegeben, eine zur Vornahme von Pendelverſuchen benutzte Glocke von 518 mm Durchmeſſer 73,5 kg wog.

Wie man ſieht, ſind dieſe Abweichungen nicht unerheblich; als Durchſchnitt findet ſich für einen Durchmeſſer von 1 m

$$\frac{1853{,}5 + 912 + 503 + 73{,}5}{1{,}57^3 + 1{,}22^3 + 1{,}05^3 + 0{,}518^3} = 478{,}7\text{ kg},$$

während die nach franzöſiſcher Rippe gegoſſene, von *Schinz* unterſuchte *Des*-Glocke (in der Heiligengeiſt-Kirche zu Bern) bei 1,575 m Durchmeſſer ein Gewicht einſchl. Krone, „auf welche 125,5 kg gerechnet worden ſind“, von 2376 kg beſitzt; demnach, auf 1 m Durchmeſſer reduziert, das Gewicht von $\frac{2376}{1{,}575^3} = 608{,}1$ kg und, wenn man, um mit unſerem Wert von 460,7 kg für einen Durchmeſſer von 1 m ohne Einrechnung der Krone einen Vergleich anzuſtellen, das Kronengewicht abrechnet, ſo folgt $\frac{2250{,}5}{1{,}575^3} = 576$ kg.

[122]) Siehe ſeinen am 26. Dez. 1863 in Bern gehaltenen und veröffentlichten Vortrag.

[123]) 2. Aufl.: Gleichung 18.

[124]) Nach gefälliger Angabe ihres Verfertigers. – Abbildungen des Stuhles geben Fig. 111 bis 114.

Digitized by Google

Schinz gibt nun an, daß dieſes tatſächliche Gewicht ſich größer herausgeſtellt habe, als ſich unter Zugrundelegung des Durchmeſſers und der der franzöſiſchen Rippe entſprechenden Profilverhältniſſe ergibt, und es findet ſich auch aus der vorhin angegebenen Ziffer das theoretiſche Gewicht zu nur $0{,}99873 \cdot 1{,}575^3 \cdot 8810 = 2043{,}5$ kg oder, für 1 m Durchmeſſer berechnet, zu 523,6 kg, ausſchl. der Krone.

Man wolle aus dieſen Beiſpielen entnehmen, daß die Glockengewichte, abgeſehen ſelbſt von der Verſchiedenheit ihrer Form, auch bei beabſichtigter Herſtellung ähnlicher Profile und gleichem unteren Durchmeſſer noch ziemlich bedeutende Abweichungen ergeben und daß die dafür beſtehenden Tabellen [125]) zwar Anhalte für eine Veranſchlagung — wofür ſie beſtimmt ſind — nicht aber für jeden Einzelfall zutreffende Zahlen geben können. Sodann iſt wenigſtens beiläufig zu bemerken, daß ältere Glocken verhältnismäßig noch bedeutendere Höhen haben, als ſich auch nach dem franzöſiſchen Profil ergeben würden.

Wegen aller dieſer Abweichungen erſcheint es mindeſtens geraten, das Gewicht, bezw. den Rauminhalt der Glocken bei der Berechnung für ſich aufzuführen, und daher ſoll in folgendem in der Regel demgemäß verfahren und mit dem Werte

$$J = 0{,}10397\, Q \frac{\gamma}{g} D^3$$

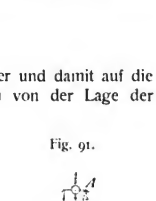
gerechnet werden.

66. Kräftewirkungen der Glockenſchwingungen.

Die Wirkung der ſchwingenden Glocken auf ihre Lager und damit auf die Glockenſtühle iſt außer von der Größe der Glocken noch von der Lage der Drehachſe über dem Schwerpunkte abhängig.

Bei der gewöhnlichen Aufhängungsart liegt die Drehachſe ſtets erheblich höher als die Krone der Glocke, und zwar fand ſich bei mehreren deshalb angeſtellten Meſſungen der Abſtand ν (Fig. 91) zu $1\,^2/_3$ Schlag oder, da 14 Schlag auf den Durchmeſſer gehen, $\nu = 0{,}119\, D$.

Fig. 91.



Wird nun vom Eigengewichte der Achſe, wie vom ſtatiſchen und Trägheitsmomente derſelben, welche augenſcheinlich auf Verkleinerung der Zentrifugalkraft und ſomit der Beanſpruchung hinwirken, im Intereſſe der Sicherheit abgeſehen, ſo ergibt ſich für die Glocke allein der Abſtand s des Schwingungspunktes C von der Drehachſe A

$$s = \frac{(u+\nu)^2 Q + J}{Q\,(u+\nu)} = u + \nu + \frac{J}{Q\,(u+\nu)},$$

oder in Zahlen

$$s = (0{,}500045 + 0{,}119)\, D + \frac{0{,}10397\, Q\, D^3}{Q\,(0{,}500045 + 0{,}119)\, D} = 0{,}787\, D.$$

Unter Annahme eines beſtimmten Ausſchlagwinkels und damit der Bogenhöhe h des vom Schwingungspunkte beſchriebenen Weges iſt die Schwingungszeit

$$t = \pi \sqrt{\frac{s}{g}\left[1 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 \frac{h}{2s} + \left(\frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4}\right)^2 \left(\frac{h}{2s}\right)^2 + \ldots\right]}.$$

Für die Ermittelung der Kräftewirkungen haben wir vom Abſtande s des Schwingungspunktes von der Drehachſe Gebrauch zu machen.

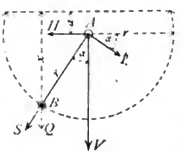
[125]) Eine ſolche iſt in der „Deutſchen Bauzeitung“ (1870, S. 238) enthalten und in *Klaſen*'s „Handbuch der Hochbaukonſtruktionen in Eiſen“ (Leipzig 1876, S. 230) auszugsweiſe wiedergegeben. Darin iſt eine Glocke von 1 m Durchmeſſer zu 587 kg Gewicht veranſchlagt.

Die im „Deutſchen Baukalender“ für das Jahr 1901 (S. 19) enthaltene Tabelle ergibt Werte zwiſchen 470 und 600 kg, wenn man die angegebenen Gewichte durch die dritte Potenz des Durchmeſſers (in Met.) dividiert.

Digitized by Google

Es ſei nun (Fig. 92) für eine beliebige Stelle der Schwerpunktsbahn die Fallhöhe x; alsdann iſt die auf Bewegung verwandte mechaniſche Arbeit (abgeſehen von den paſſiven Widerſtänden) gleich der gewonnenen lebendigen Kraft. Somit beſteht, wenn die Winkelgeſchwindigkeit ω iſt und $v + u = r$ geſetzt wird, die Gleichung

Fig. 92.



$$Qx = \frac{\frac{Q}{g}(\omega r)^2 + J\omega^2}{2},$$

oder, da

$$\frac{Qr^2 + J}{Qr} = s,$$

$$Qx = Q\frac{\omega^2}{2g} r s,$$

woraus

$$x = \frac{\omega^2}{2g} r s \quad \text{und} \quad \omega = \sqrt{\frac{2gx}{rs}}.$$

Nehmen wir nun an, daß der Schwerpunkt bei der höchſten Lage der Glocke ſich um die Größe a über die Drehachſe erhebt, dann iſt die Fallhöhe beim Neigungswinkel α gegen die Lotrechte

$$x = a + r\cos\alpha;$$

da ferner $d\alpha = \omega\, dt$ geſetzt werden kann, ſo iſt

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{g}{s}\sin\alpha.$$

Wird nun das Maſſenelement mit m, ſein Abſtand von der Drehachſe mit ρ und ſeine Geſchwindigkeit mit v bezeichnet, ſo iſt die Zentrifugalkraft $c = \frac{m v^2}{\rho}$, und, da $v = \rho\omega$ iſt,

$$c = m\rho\omega^2.$$

Dies iſt das ſtatiſche Moment des Elements multipliziert mit dem Quadrat der Winkelgeſchwindigkeit; folglich iſt für den ganzen Körper die Zentrifugalkraft gleich $\frac{Q}{g} r\omega^2$.

In derſelben Richtung wirkt die nicht zur Hervorbringung von Beſchleunigung tätige Seitenkraft des Glockengewichtes $= Q\cos\alpha$; ſomit iſt die Spannung in der Pendellinie der Glocke

$$S = Q\left(\cos\alpha + \frac{r}{g}\omega^2\right),$$

oder, da $\omega^2 = \frac{2gx}{rs}$,

$$S = Q\left(\cos\alpha + \frac{2x}{s}\right).$$

Da wir es hier nicht mit einem mathematiſchen Pendel zu tun haben, ſo kann die Beſchleunigung der Winkelbewegung nur zu ſtande kommen unter gleichzeitiger Erzeugung eines Widerſtandes p der Drehachſe in rechtwinkeliger Richtung zur Mittellinie; der Hebelsarm iſt der Schwerpunktsabſtand r, und es ergibt ſich aus der Gleichſetzung von Arbeit und Kraft

$$p\, r\, \omega\, dt = J\,\omega\, d\omega \quad \text{oder} \quad p\, r = J\frac{d\omega}{dt}.$$

Digitized by Google

Setzt man für $\frac{d\omega}{dt}$ den vorhin gefundenen Wert $\left(\frac{d\omega}{dt} = \frac{g}{s} \sin\alpha\right)$ ein, so ist

$$p = \frac{J}{r}\frac{g}{s} \sin\alpha .$$

Die wagrechte Kraft der schwingenden Glocke ist nun

$$H = S \sin\alpha - p \cos\alpha ,$$

oder, für S und p die gefundenen Werte eingesetzt,

$$H = Q\left(\cos\alpha + \frac{2x}{s}\right) \sin\alpha - \frac{Jg}{rs} \sin\alpha \cos\alpha .$$

Ebenso ist die lotrechte Kraft

$$V = S \cos\alpha + p \sin\alpha = Q\left(\cos\alpha + \frac{2x}{s}\right) \cos\alpha + \frac{Jg}{rs} \sin^2\alpha\,^{126}),$$

woraus für einen bestimmten Fall die Wirkungen einer schwingenden Glocke auf ihre Lager zu berechnen sind.

Beispiel. Für eine in gewöhnlicher Weise aufgehängte Glocke ist der größte Wert der wagrechten Kraft zu berechnen, wenn die Mittellinie der Glocke im äußersten Falle um 20 Grad über den Horizont sich erhebt.

Unter Zugrundelegung der oben angegebenen Zahlen, sowie unter Beachtung des Umstandes, daß

$$x = r\,(\sin 20° + \cos\alpha) \text{ und } r = (0{,}500045 + 0{,}119)\,D = 0{,}619045\,D ,$$

also $r \sin 20° = 0{,}619045 \cdot 0{,}34202\,D = 0{,}211736\,D$, ist

$$H = Q\left[\left(\cos\alpha + 2\,\frac{0{,}211736 + 0{,}619045\cos\alpha}{0{,}787}\right)\sin\alpha - \frac{0{,}10397}{0{,}619045 \cdot 0{,}787} \sin\alpha\cos\alpha\right]$$

oder

$$0{,}787\,\frac{H}{Q} = 1{,}857138 \sin\alpha\cos\alpha + 0{,}423452 \sin\alpha .$$

Die Bedingung des Größtwertes für H ist somit

$$\cos^2\alpha - \sin^2\alpha = 0{,}22801 \cos\alpha ,$$

$$\cos\alpha = -0{,}057 + \sqrt{0{,}503249} = 0{,}6524 ,$$

woraus

$$\alpha = 49° 16' 38''.$$

Der größte Wert der wagrechten Kraft aber ist

$$\frac{H}{Q} = \frac{\frac{1{,}857138}{2} \sin 98° 33' 16'' + 0{,}423452 \sin 49° 16' 38''}{0{,}787} = 1{,}562 .$$

Die größte wagrechte Kraft ist demnach etwa das $1^1/_2$-fache des Glockengewichtes, und es tritt ihre Wirkung bei jeder Schwingung sowohl nach der einen, wie nach der anderen Bewegungsrichtung ein; der Turm, wie der Glockenstuhl werden demnach abwechselnd mit dieser Intensität in ganz kurzen Zwischenräumen bald nach der einen, bald nach der entgegengesetzten Richtung wagrecht beansprucht.

Die größte lotrechte Kraft entsteht beim Durchschreiten der Lotrechten für $\alpha = 0$, und es betragen Zentrifugalkraft und Schwere zusammen

$$V = Q\left(1 + \frac{2x}{s}\right),$$

$$\frac{V}{Q} = 1 + \frac{2 \cdot 1{,}34202 \cdot 0{,}619045}{0{,}787} = 3{,}10869 .$$

Der größte lotrechte Druck ist demnach etwas größer als das 3-fache der ruhenden Glockenlast.

---

[126]) Siehe auch *Keck*'s abgekürzte Herleitung in: Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1872, S. 635.

Digitized by Google

Die Schwingungsdauer findet sich, da $h = s\,(1 + \sin 20°) = 1{,}34202\ s$, zu

$$t = \pi \sqrt{\frac{s}{g}\left[1 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 \frac{1{,}34202}{2} + \left(\frac{3}{2 \cdot 4}\right)^2 \left(\frac{1{,}34202}{2}\right)^2\right]} = \pi \sqrt{\frac{s}{g}\,1{,}2308},$$

und, da $s = 0{,}787\ D$, so ergibt sich

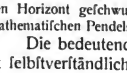
$$t = \pi \sqrt{\frac{D}{g}\,0{,}96864},$$

d. h. also: man kann bei in gewöhnlicher Weise aufgehängten Glocken, die bis zu 20 Grad über den Horizont geschwungen werden, als Schwingungsdauer diejenige eines wenig ausschlagenden mathematischen Pendels von einer Länge gleich 0,97 des größten Glockendurchmessers annehmen [127]).

67. Verminderung der Zapfenreibung.

Die bedeutende Zentrifugalkraft, welche beim Schwingen der Glocken entsteht, ist selbstverständlich Ursache eines großen Reibungswiderstandes, sobald man gewöhnliche Zapfen von zylindrischer Form verwendet, welche in einem zylindrischen Lager sich bewegen. Um nun die Reibung und damit die zum Läuten aufzuwendende Arbeit zu vermindern, hat man verschiedene Anordnungen getroffen.

Fig. 93.

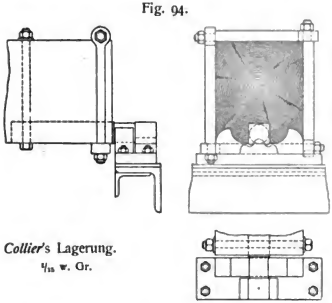


Offenes Zapfenlager. 1/8 w. Gr.

Eine der einfachsten dieser Anordnungen, welche u. a. beim Geläute im Katharinenturme zu Osnabrück zur Anwendung gekommen ist, zeigt Fig. 93.

Der Zapfen von 28 mm Halbmesser ist an der Auflagerstelle nach einem Halbmesser von nur 6 mm abgerundet, und dadurch wird nahezu dieselbe Wirkung erzielt, als wenn man eine Schneide angewandt hätte, zumal da infolge des größeren Halbmessers des Lagers auf dem größten Teile des Glockenweges ein Gleiten des Zapfens überall nicht eintritt. Daß die beiden Aushöhlungen des Zapfens in Verbindung mit der entsprechenden Form des Lagers geeignet sind, die Glocke bei hohem Schwingen am Verlassen des Lagers zu hindern, bedarf lediglich des Hinweises.

Fig. 94.



Collier's Lagerung. 1/10 w. Gr.

Anders ist die von ***Collier*** in Berlin angegebene, vielfach und mit gutem Erfolge ausgeführte Anordnung (Fig. 94), bei welcher nicht Gleit-, sondern Rollbewegung des Zapfens stattfindet.

Der (mittels Haken eingesetzte) Zapfen ruht auf einer ebenen Gußplatte, die in der Mitte ihres äußeren Randes einen Zahn trägt, über den eine Nut im Zapfenende faßt, wodurch die wälzende Bewegung begrenzt und das Ausgleiten des Zapfens verhindert wird.

Eine ähnliche Vorkehrung benutzt Glockengießereibesitzer ***Bierling*** in Dresden, nur mit dem Unterschiede, daß er außerhalb des glatten Zapfens ein Zahnrad, dessen Teilkreisdurchmesser demjenigen des Zapfens gleich ist und dessen Zähne in eine im Lager angebrachte Verzahnung greifen, anwendet.

Man hat zu dem gleichen Zwecke der Verminderung der Reibung auch Friktionsscheiben, bei alten Geläuten meist bloße Pendelstützen, auf deren konvexer

[127]) Die größtmögliche mechanische Wirkung des Schwingens einer Glocke entsteht, wenn $x = 2\,r$ wird oder die Glocke mit der Öffnung nach oben die Lotrechte erreicht. Man erhält dann als Größtwert

$$\frac{H}{Q} = 1{,}796 \quad \text{für} \quad \alpha = 55°\,57'\,21''.$$

Für den Augenblick des Durchschreitens des tiefsten Punktes erhält man in diesem Falle $\frac{V}{Q} = 4{,}149$.

Digitized by Google

Außenſeite der Zapfen ſich bewegt, zur Anwendung gebracht, neuerdings aber mit großem Vorteile auf Schneiden gehängte Stahlbügel angewandt, welche als Sektoren von hohlen Friktionsſcheiben angeſehen werden können, auf deren konkaver Seite der Zapfen ſich bewegt.

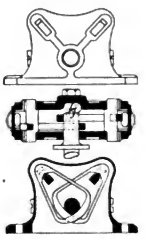
Dieſe Konſtruktion iſt zuerſt bei den Bochumer Stahlglocken zur Anwendung gekommen, und wir geben in Fig. 95 [128]) eine Abbildung derſelben.

Zur Erläuterung iſt nur zu bemerken, daß das Gehänſe aus Gußeiſen beſteht, alle übrigen Teile aus Stahl hergeſtellt ſind und die Kugel *f* lediglich den Zweck der Verhinderung einer Bewegung der Achſe in der Längsrichtung hat.

68. Verſchiedene Glockenarmierungen.

Selbſtverſtändlich kann die Verminderung der Zapfenreibung der Glocken zunächſt nur dazu dienen, die beim Läuten aufzuwendende, beim Bewegen großer Glocken höchſt bedeutende mechaniſche Arbeit herabzumindern. Da indeſſen die gedachten Aufhängungsmethoden zugleich noch die Eigentümlichkeit beſitzen, nur einen mäßigen Ausſchlag der Glocken zuzulaſſen, und zwar etwa ſoweit, daß am höchſten Punkte der Schwingung eine den oberen und unteren Rand der Glocke im kleinſten und größten Durchmeſſer berührende Linie wagrecht zu liegen kommt — was beiläufig einer Schwingung von wenig über 65 Grad um die Lotrechte entſpricht — ſo werden bei deren Anwendung auch die Kräftewirkungen auf den Glockenſtuhl und damit auf den Turm herabgemindert.

Fig. 95.



Bochumer Glockenlager [128]).

Vom Bochumer Verein für Gußſtahlfabrikation iſt neuerdings ein mechaniſches Geläute eingeführt worden, bei welchem die Menſchenarbeit nahezu wegfällt. Eine der bekannteſten Ausführungen iſt diejenige in der Georgen-Kirche zu Berlin. Eine von einem Elektromotor getriebene Seilſcheibe wird im Beginne des Läutens mit der Hand gegen eine mit der Glockenachſe in Verbindung ſtehende Scheibe gedrückt, welche durch die Reibung in Drehung verſetzt wird. Sobald die Glocke in das Schwingen gebracht iſt, was durch wiederholtes Andrücken und Abrücken der Scheibe geſchieht, wird das periodiſche Anpreſſen ſelbſttätig bewirkt. Es iſt zu bemerken, daß die Glocken nicht hoch ſchwingen und daher auch auf den Glockenſtuhl und Turm weniger ſtark einwirken als in gewöhnlicher Weiſe aufgehängte und geſchwungene Glocken. Eine eingehende Beſchreibung gibt die Patentſchrift D. R.-P. Nr. 101494, zweiter Zuſatz zum Patente 94966 vom 2. Mai 1897.

Den Zweck der Verringerung der Horizontalwirkung durch Einſchränkung des Ausſchlages verfolgt auch die Zapfenanordnung des Glockengießereibeſitzers *Kurtz* in Stuttgart, die mit der *Ritter*'ſchen inſofern einige Ähnlichkeit hat, als der Zapfen eine Scheibe bildet, die nicht auf einer ebenen, ſondern einer konvexen, feſten Lagerfläche ſich wälzt, während ebenſo wie bei der *Bierling*'ſchen Lagerung eine Verzahnung die Lage ſichert.

Bei den Konſtruktionen von *Pozdech* und von *Ritter* wird namentlich eine bedeutende Abminderung der Schwingungswirkungen der Glocken durch Tieflegen der Schwingungsachſe derſelben behufs Schonung der Türme bezweckt. Die ausgedehnte Anwendung dieſer Anordnungen rechtfertigt ein näheres Eingehen auf dieſelben.

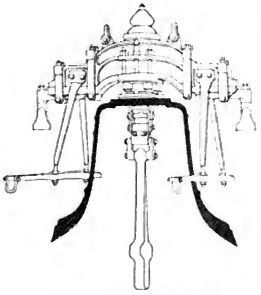
[128]) Nach: Deutſche Bauz. 1871, S. 215 — und: Proſpekt des Bochumer Vereins für Bergbau- und Gußſtahlfabrikation.

Digitized by Google

69. Glockenarmierung von *Pozdech*.

Von einer Glocke mit der *Pozdech*'ſchen Einrichtung geben wir in Fig. 96 eine perſpektiviſche Abbildung, in welcher zugleich der Achſenſchnitt (die Rippe), Form und Aufhängung des Klöppels und die beiden zum Anbringen der Zugſeile beſtimmten Hebel zu erkennen ſind.

Fig. 96.

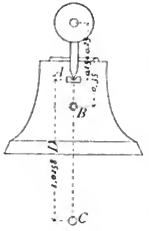


Pozdech's Glockenarmierung.

Wie aus dieſer Abbildung zu entnehmen, liegen die Stützpunkte der im Kirchturme zu Friedrichſtadt-Dresden befindlichen Glocke (die Schneiden der meißelartigen Anſätze des Glockenhelmes) nicht über, ſondern unter dem Glockenſcheitel, mithin dem Schwerpunkte der Glocke bedeutend näher als bei der gewöhnlichen Aufhängung. Das Ergebnis der angeſtellten Meſſungen iſt in Fig. 97 ſchematiſch wiedergegeben.

Man kann die Schwere des Helmes, einſchl. des Gegengewichtes, zu $^1/_4$ des Glockengewichtes und ſeine Schwerpunktsabſtand über dem Glockenſcheitel zu $^1/_4$ des unteren Durchmeſſers annehmen, während die Drehachſe um 0,15 des unteren Durchmeſſers unter dem Glockenſcheitel liegt. Wird nun auf das (verhältnismäßig kleine) Trägheitsmoment des Helmes ſamt Gegengewicht um ſeine eigene Schwerlinie, ebenſo wie vorhin bei der gewöhnlichen Aufhängung, keine Rückſicht genommen, dann iſt der Abſtand des Schwerpunktes B vom Glockenſcheitel für die ganze ſchwingende Maſſe

Fig. 97.



$$r_1 = \frac{Q \cdot 0{,}500045 - {}^1/_4\, Q \cdot 0{,}25}{Q + \frac{Q}{4}}\, D = 0{,}35004\, D\,.$$

Das Trägheitsmoment des Ganzen um die Schwerpunktsachſe iſt, da die Verſchiebung des Schwerpunktes durch das Gegengewicht $(0{,}500045 - 0{,}35004)\ D = 0{,}15\, D$ beträgt, gleich

$$J + \left(0{,}15^2\, Q + 0{,}6^2\, \frac{Q}{4}\right) D^2,$$

und, da $J = 0{,}10897\ Q\, D^2$, gleich $0{,}21647\ Q\, D^2$.

Die Schwingungsachſe liegt $0{,}15\, D$ unter dem Glockenſcheitel, mithin in einem Abſtande $AB = 0{,}35 - 0{,}15 = 0{,}2\, D$ über dem Schwerpunkte.

Daher iſt das Trägheitsmoment des Ganzen in Bezug auf die Schwingungsachſe

$$J_1 = 0{,}21647\ Q\, D^2 + 0{,}2^2\ Q\, D^2 = 0{,}25647\ Q\, D^2.$$

Das ſtatiſche Moment iſt

$${}^5/_4\, Q\, r_1 = \frac{5}{4}\ Q \cdot 0{,}2\ D = 0{,}25\ Q\, D\,,$$

ſomit der Abſtand s des Schwingungspunktes von der Achſe

$$s = \frac{0{,}25647}{0{,}25\, Q\, D}\ Q\, D^2 = 1{,}02588\ D\,.$$

Digitized by Google

Der Ausſchlagwinkel der Glocken iſt meiſt 50 Grad und äußerſtenfalls zu etwa 78 Grad anzunehmen. Hieraus ergibt ſich die größte Fallhöhe für einen beliebigen Punkt der Schwerpunktsbahn zu

$$x = r_1\ (\cos\alpha - \cos 78^0),$$

und die wagrechte Kraft bei einem Neigungswinkel α gegen die Lotrechte, wenn Q das Gewicht der eigentlichen Glocke darſtellt, zu

$$H = \frac{5}{4}\,Q\left[\cos\alpha + \frac{2\cdot 0{,}2}{1{,}02588}(\cos a - 0{,}20791)\right]\sin\alpha - \frac{0{,}21647\ Q}{0{,}2\cdot 1{,}02588}\sin\alpha\cos\alpha,$$

$$\frac{H}{Q} = 0{,}682\ \sin\alpha\cos\alpha - 0{,}101332\ \sin\alpha.$$

Dieſer Ausdruck gibt einen Größtwert für

$$\sin\alpha = -0{,}03715 + \sqrt{0{,}501380} = 0{,}67093;$$

daher iſt

$$\alpha = 42^0\ 8'\ 20'',$$

und für dieſe Stellung der Glocke

$$\frac{H}{Q} = \frac{0{,}682}{2}\ \sin 84^0\ 16'\ 40'' - 0{,}101332\ \sin 42^0\ 8'\ 20'' = 0{,}271316.$$

Die größte wagrechte Kraft iſt alſo nur $^3/_{11}$ des Glockengewichtes oder etwa $^1/_6$ $\left(=\frac{0{,}271316}{1{,}562}\right)$ derjenigen Kraft, die beim Läuten einer in gewöhnlicher Weiſe aufgehängten Glocke auf Verſchiebung des Glockenſtuhles zur Wirkung kommt.

Die größte lotrechte Kraft ergibt ſich für $\alpha = 0$ zu

$$V = \frac{5}{4}\,Q\left(1 + \frac{2\,x}{s}\right),$$

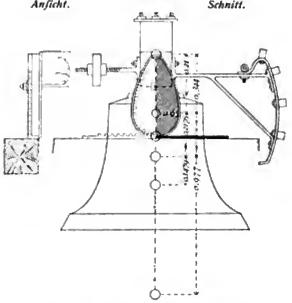
$$\frac{V}{Q} = \frac{5}{4}\left(1 + 2\cdot 0{,}2\ \frac{1 - 0{,}20791}{1{,}02588}\right) = 1{,}55727.$$

Da das Geſamtgewicht der Glocke, einſchl. der Armatur, $^5/_4\ Q$ beträgt, ſo kommt auf die Zentrifugalkraft nur etwa $^1/_4$ des Gewichtes.

79. Glockenaufhängung von *Ritter*.

Die *Ritter*'ſche Methode der Glokkenaufhängung beſteht darin, daß ſtatt eines Zapfens, wie bei der gewöhnlichen, oder einer Schneide, wie bei der *Pozdech*'ſchen Aufhängung, eine Scheibe, welche auf einer wagrechten Ebene rollt und zur Verhütung allfälligen Gleitens ſeitlich mit Zähnen verſehen iſt, zur Anwendung kommt.

Fig. 98.



Ritter's Glockenaufhängung.

Wie Fig. 98 zeigt, haben die Scheiben zwar eine ovale Form; allein es kommt auch beim ſtärkſten Läuten nicht einmal der untere halbkreisförmige Teil, ſondern davon nur höchſtens etwa der Bogen von 156 Grad zum Abrollen, indem der größte Ausſchlag, etwa wie bei der *Pozdech*'ſchen Aufhängung, 78 Grad beträgt. Mithin beſchreibt jeder Punkt des ganzen Syſtems beim Schwingen eine Zykloide, und dieſe Zykloiden

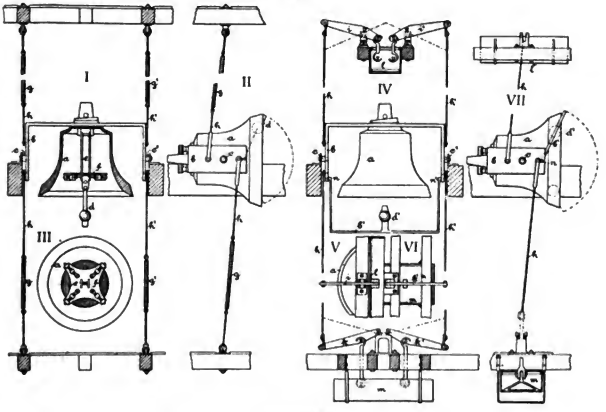
Digitized by Google

ſind für alle Punkte, welche über den Umfang der Scheibe hinausliegen, verſchlungene.

Die Schwingungsdauer eines Pendels dieſer Zuſammenſetzung iſt von *Euler* für kleine Ausſchlagwinkel berechnet und in *Jullien*'s *„Problèmes de mécanique rationelle“* (Paris 1855), Bd. 2, S. 65 abgeleitet.

Für die Verhältniſſe, wie ſie bei einer nach *Ritter*'s Syſtem aufgehängten Glocke beſtehen, nämlich mäßig große Ausſchlagwinkel, einen verhältnismäßig kleinen Scheibenhalbmeſſer und ein großes Trägheitsmoment der Maſſe um ihren eigenen Schwerpunkt, kann man einfach die Scheibenmittelpunkte als feſte Endpunkte der Drehachſe betrachten, und es ſtimmen mindeſtens die über die Schwingungsdauer beim Geläute in Werdau, welches im Jahre 1867 nach

Fig. 99.



Modellglocke.
1/10 w. Gr.

Ritter's Syſtem hergerichtet wurde, vom Verfaſſer gemachten Beobachtungen mit dieſer Annahme überein.

Dieſer Gegenſtand wird bei der in Art. 75 vorzuführenden Beſchreibung des Werdauer Geläutes noch weiter verfolgt werden.

71. Glockenaufhängung des Verf.

Wie es bei einer Tiefenlage der Schwingungsachſe unter dem Glockenſcheitel nach *Pozdech*'s oder *Ritter*'s Anordnung nicht anders ſein kann, vermag der Klöppel, deſſen Aufhängepunkt höher als die Schwingungsachſe liegt, nicht mit der Glocke auf und ab zu ſchwingen; er hängt vielmehr ſo lange ziemlich unbewegt herab, bis die Glocke gegen ihn ſtößt. Um nun bei gleich tiefer oder noch tieferer Achslage, die ſich der Schwerpunktshöhe beliebig nähern kann und damit eine beliebige Abminderung der Zentrifugalkraft erreichbar macht, das richtige Anſchlagen zu bewirken, hat Verfaſſer dieſes den Vorſchlag gemacht, neben der bereits vom Glockengießer *Bour* in Metz ausgeführten Schaffung eines tieferen

Digitized by Google

Aufhängepunktes des Klöppels in der Glocke den durch die Tiefenlage der Achſe erwachſenden Verluſt an ſtatiſchem Moment der Glocke durch eine äußere Kraft zu erſetzen, und zwar in der Weiſe, daß eine gleichzeitige erhebliche Vermehrung der Fliehkraft vermieden wird. Eine entſprechende Anordnung zeigt Fig. 99 (I bis VII). Dieſe Darſtellungen ſind dem D. R.-P. Nr. 105250 (vom 25. Febr. 1898) entnommen; ſie geben die zur Probeausführung benutzten Modelle mit Glocke von 30 cm unterem Durchmeſſer und 14,75 kg Gewicht.

Abb. I bis III ſtellen die Anordnung dar, bei welcher Federn g, g_1 die Arbeitsſammler bilden, deren Spannung durch die Stangen h, h_1 auf die Glocke a übertragen wird, an deren Gebälk b ſymmetriſch zur Schwingungsachſe c, c_1 die Angriffspunkte ſich befinden. Die Federſpannungen heben ſich innerhalb des Glockenſtuhles auf, deſſen Unterlage ſomit keinerlei wechſelnde Wirkungen durch ſie erfährt. Der Klöppel d hängt an Stangen e um etwa 2 bis 3 Schlag unter der Schwingungsachſe c, c_1. Unter der Vorausſetzung, daß es ſich wie beim Modell um Schaffung des tiefliegenden Aufhängepunktes in einer alten Glocke handle und die Stangen e einer Abſtützung f gegen die Glocke bedürfen, iſt eine Platte angebracht, die durch Schrauben die Glocke in den nicht mittönenden 4 Meridianen berühren. Die Unterſicht in Fig. III dürfte die Anordnung klar machen.

Abb. IV bis VII geben die Anordnung wieder, welche bei der Wahl einer ſich auf und ab bewegenden Laſt als Arbeitsſammler zu treffen iſt. Die Laſten l und m hängen an den kurzen Armen der Hebel i, i_1 und k, k_1, an deren langen Armen die Stangen h, h_1, die wie vorhin zur Bewegung der Glocke dienen, angreifen. Die Laſten bewegen ſich nur lotrecht auf kurzen Wegen mit geringem Wechſel in ihren Schwerewirkungen. Abb. V und VI geben je die Hälfte einer Draufſicht des oberen und unteren Hebelpaares wieder.

Um die durch Abſtützung des Aufhängepunktes des Klöppels mögliche Störung des Glockenklanges zu vermeiden, iſt, wie Abb. IV und VII erkennen laſſen, der Klöppel in Geſtalt eines Bügels b_1 ganz außerhalb der Glocke angebracht und an einer Fortſetzung des Gebälkes b nach unten am Zapfen drehbar aufgehängt.

Eine der bisherigen Ausführungen, bei welcher ſtets Federn die Arbeitsſammler bilden, zeigen Fig. 100 bis 106, von denen Fig. 103 bis 105 perſpektiviſche und geometriſche Darſtellungen der größten Glocke der Lukaskirche in Dresden geben.

Der Aufhängepunkt des Klöppels iſt durch eine Gabel aus Bronze geſchaffen, die mittels eines ſtarken runden Bodens an die Krone der Glocke durch eine Zentralſchraube mit Mutter auf dem Gebälke befeſtigt iſt. Zur Bemeſſung der Größe der äußeren Kraft — bis jetzt ſind Federn zur Anwendung gekommen — diene das folgende.

Um ein ebenſo günſtiges Anſchlagen des Klöppels wie bei der gewöhnlichen Aufhängung, wo die Achſe $1^2/_3$ Schlag (vergl. Fig. 91 S. 82) über der Glockenkrone liegt, zu erzielen, wird man dieſelbe Schwingungsperiode, alſo dieſelbe ſtellvertretende Pendellänge zu ſchaffen haben. Dieſe Länge iſt gefunden zu

$$s = 0{,}787\ D,$$

während bei der *Pozdech*'ſchen Aufhängung ſich

$$s_1 = 1{,}02588\ D$$

ergab. Das Trägheitsmoment der Glocke ſamt Gebälk war $0{,}25647\ Q\,D^2$; daher muß das ſtatiſche Moment einen Wert erhalten von

$$\frac{0{,}25647\ Q\,D^2}{0{,}787\ D} = 0{,}3259\ Q\,D.$$

Da bei der angenommenen Anordnung das eigene Moment nur

$$0{,}25\ Q\,D$$

beträgt, ſo muß behufs gleich ſchnellen Schwingens künſtlich ein Moment von

$$(0{,}3259 - 0{,}25)\ Q\,D = 0{,}0759\ Q\,D$$

hinzukommen.

Digitized by Google

Bei einer ganzen Anzahl von durch Glockengießereibeſitzer *Bierling* in Dresden ausgeführten Geläuten iſt dieſe Anordnung getroffen, u. a. auch bei der Lukaskirche daſelbſt, und wir wollen eine kurze Zahlenrechnung hier durchführen.

Fig. 100.
Schnitt *b b*.

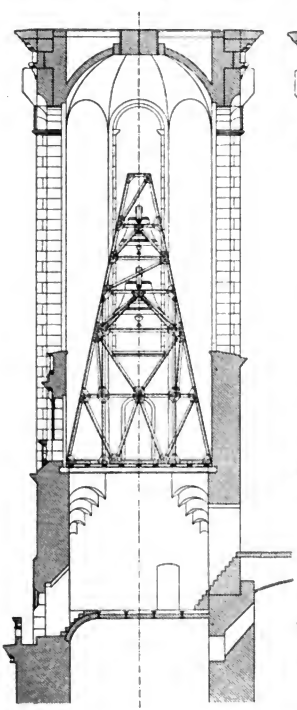


Fig. 101.
Schnitt *a a*.

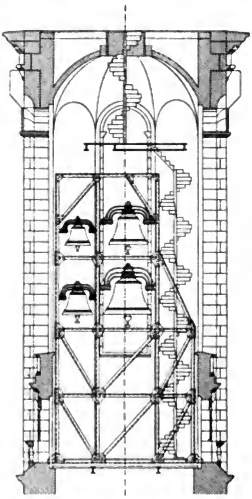
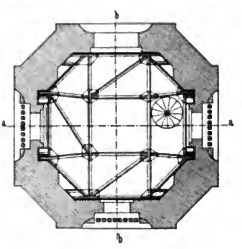


Fig. 102.
Grundriß.



Glockenſtuhl der Lukaskirche zu Dresden.
1/100 w. Gr.

Die größte der Glocken der Lukaskirche hat ein Gewicht $Q = 4829$ kg, während ihr Durchmeſſer $D = 2{,}1$ m iſt; ſomit iſt ein Zuſatzmoment erforderlich von

$$0{,}0759 \cdot 4829 \cdot 2{,}1 = 769{,}7 \text{ Met.-Kilogr.}$$

Digitized by Google

Fig. 103.

Fig. 104.

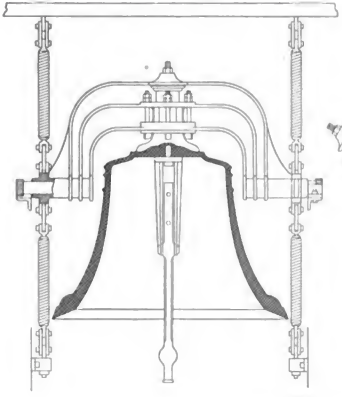
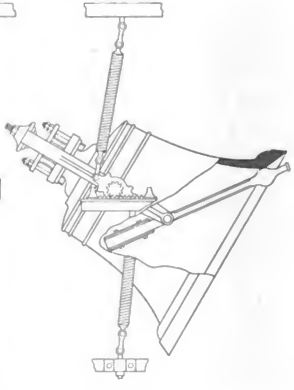


Fig. 105.



$^1/_{10}$ w. Gr.

Große Glocke der Lukaskirche zu Dresden.

Die Federn haben hier einen Hebelsarm von 0,2035 m, und daher bedarf jede der 4 Federn eine mittlere Spannung von

$$P = \frac{769{,}7}{4 \cdot 0{,}2035} = 945 \text{ kg}.$$

Digitized by Google

Da die Federn eine Stärke von $d = 2\,^{cm}$ bei $r = 5{,}9\,^{cm}$ Halbmeſſer beſitzen, ſo würde ſich eine mittlere Beanſpruchung Kd nach den Formeln der „Hütte“ [129]) aus der Beziehung

$$P = 0{,}1963\,\frac{d^3}{r}\,Kd$$

ergeben zu

$$Kd = \frac{P\,r}{0{,}1963\,d^3}$$

Fig. 106.

Geläute der Lukaskirche zu Dresden.
ca. $^1/_{60}$ w. Gr.

oder in Zahlen

$$Kd = \frac{945 \cdot 5{,}9}{0{,}1963 \cdot 2^3} = 3550\,^{kg}\ \text{für}\ 1\,^{qcm}.$$

Nehmen wir beiſpielsweiſe einen Ausſchlag von 60 Grad an, ſo iſt der Wechſel in der Länge der Federn, falls die Schrägſtellung vernachläſſigt werden kann, gleich der Hälfte der Länge des Hebelsarmes; alſo hier $\frac{0{,}2035\,^{m}}{2} = 0{,}10175\,^{m}$, und, da die Zahl der Windungen 29 beträgt, ſo kommen

[129]) Des Ingenieurs Taſchenbuch. Herausg. vom akad. Verein „Hütte“. 16. Aufl. Abt. I, S. 393.

Digitized by Google

auf jede Windung 0,351 cm, während zur Anſpannung auf 3550 kg auf 1 qcm eine Dehnung von („Hütte“)

$$f = \frac{4\,\pi\,r^3\,K\,d}{d\,G}, \text{ in Zahlen } = \frac{4\,\pi\,5{,}9^3\,3550}{2\cdot 750\,000} = 1{,}0352 \text{ cm}$$

erfordert wird. Die Dehnung für eine Windung hätte daher zu betragen:

$$\text{am Anfang } 1{,}0352 - \frac{0{,}351}{2} = 0{,}8597 \text{ cm und}$$

$$\text{am Ende } \quad 1{,}0352 + \frac{0{,}351}{2} = 1{,}2107 \text{ cm},$$

und die Beanſpruchungen beziffern ſich dann auf:

$$\text{am Anfang } \frac{0{,}8597\cdot 2\cdot 750\,000}{4\,\pi\cdot 5{,}9^2} = 2948 \text{ kg für } 1 \text{ qcm},$$

$$\text{am Ende } \quad \frac{1{,}2107\cdot 2\cdot 750\,000}{4\,\pi\cdot 5{,}9^2} = 4152 \text{ kg für } 1 \text{ qcm},$$

während die totale Federſpannung zwiſchen den Grenzen 785 und 1105 kg, im Mittel alſo wie verlangt 945 kg iſt.

Da gehärtete Federn eine noch weit höhere Beanſpruchung dauernd ertragen, ſo iſt genügende Sicherheit vorhanden; auch haben ähnlich beanſpruchte Federn, z. B. beim Geläute der Lukaskirche in Chemnitz, ſeit 2 Jahren ihrem Zwecke entſprochen.

Zu bemerken bleibt hier, daß die für den beſten Anſchlag des Klöppels erforderliche Federſpannung, wie auch die Bemeſſung des Ausſchlages der Glocke nicht ohne zahlreiche Verſuche möglich geweſen iſt. Insbeſondere iſt auch die Geſtalt des Klöppels ſamt Gegengewicht unter Vornahme von Verſuchen für jeden Einzelfall zur Ausführung gelangt.

Es bleibt noch zu ermitteln, in welchem Maße die Fliehkraft durch die Anwendung der Federn wächſt. Daß dies geſchieht, iſt klar, da die Glocken in ihrer pendelnden Bewegung beſchleunigt werden. Die Beſchleunigung geſchieht in demſelben Maße, in welchem das ſtatiſche Moment durch die Kraft der Federn vergrößert wird. Da nun die Glocke ohne Federn ein ſtatiſches Moment $M = 0{,}25\,QD$ und mit denſelben ein ſolches von $0{,}325883\,QD$ aufweiſt, ſo iſt, abgeſehen davon, daß die beſchleunigende Kraft der Federſpannung am höchſten Punkte der Schwingungsbahn der Glocke größer iſt als die mittlere die Beſchleunigung, und damit auch die Zentrifugalkraft im Verhältnis von 0,25 : 0,325883 größer geworden. Da nun für Glocken mit *Pozdech*'ſcher Aufhängung ohne Federn die größte Horizontalkraft zu $0{,}271316\,Q$ gefunden worden iſt, ſo ergibt ſich bei der Benutzung von Federn eine ſolche von

$$\frac{0{,}325883}{0{,}25}\,0{,}271316 = 0{,}3536\,Q\,.$$

Dieſe Erhöhung der Fliehkraft durch die Federwirkung kann letzterer nicht als Nachteil angerechnet werden, da ſie im Bedarfsfalle geſtattet, mit der Annäherung der Schwingungsachſe an die Schwerlinie beliebig weit zu gehen, was eine Berechnung unter Zugrundelegung des Gewichtes der größten Glocke der Lukaskirche ergibt.

Würde man nämlich dieſe Glocke in Höhe ihres Schwerpunktes lagern wollen, ſo würden die Anforderungen an die Federn ſich wie folgt beſtimmen laſſen. Das Trägheitsmoment im Schwerpunkte iſt

$$J = 0{,}2167\,Q\,D^2;$$

um nun eine Pendellänge von $0{,}787\,D$ wie bei der gewöhnlichen Aufhängung zu erzielen, bedarf es eines ſtatiſchen Moments von

$$M = \frac{0{,}2167\,Q\,D^2}{0{,}787\,D} = 0{,}275\,Q\,D \text{ oder, da } Q = 4829 \text{ kg iſt,}$$

$$M = 1328 \text{ mkg}.$$

Digitized by Google

Bei Anwendung desfelben Hebelsarmes von 0,2035 m muß alfo jede der 4 Federn durchfchnittlich gefpannt fein mit

$$\frac{1328}{4 \cdot 0{,}2035} = 1631 \text{ kg},$$

wonach die Federn zu wählen fein würden. Im ganzen würde das Volum der Federn im Verhältnis der größeren Spannung zunehmen, alfo wie 945 : 1631 oder um 73 Vomhundert.

Mit dem Verlegen der Schwingungsachfe in die Schwerlinie und Anbringen entgegengefetzter Kräfte, fei es feitwärts oder ober- und unterhalb der Achfe, würde dann alle und jede Einwirkung der Fliehkraft beim Läuten aufhören und lediglich ftatifcher Druck übrig bleiben.

Selbftverftändlich würde wegen der Tiefenlage des Drehpunktes des Klöppels diefer verhältnismäßig kurz werden und einen großen Bogen zwifchen den Anfchlagspunkten in der Glocke zurücklegen müffen. Da eine Ausführung diefer Art noch nicht erfolgt ift, mag nur angegeben werden, daß es zur Abkürzung des Weges in Frage kommen müßte, für den Klöppel ftatt einer Kugel die Form eines Hammers, am Stielende aufgehängt, zu wählen.

Unter der Vorausfetzung der Anwendung von Laften als Arbeitsfammler nach Fig. 99 und einem Hebelverhältnis von z. B. 1 : 2 für die Laft $l + m$ und die Zugkraft der Stangen h, h_1 würde das Gefamtgewicht $l + m$ unter übrigens gleichen Vorausfetzungen wie bei Anwendung der Federn fich ergeben zu

$$l + m = \frac{2 \cdot 1328 \text{ mkg}}{0{,}2035 \text{ m}} = 13050 \text{ kg} = R,$$

gleich dem 2,7fachen Glockengewicht Q oder für jede der Laften l und m zu 6525 kg.

Der bei jeder Schwingung der Glocke um 60 Grad aus der Lotrechten von den Laften zu durchlaufende Weg h wäre dann $\frac{0{,}2035}{2} = 0{,}10175$ Met. $= h$.

Die Wirkung S der Laft R am tiefften Punkte ift dann, die Pendellänge gleich l gefetzt,

$$S = R \frac{l + 2h}{l}^{199}).$$

Die — lediglich wegen der Zeitbeftimmung des Schwingens der Glocke und der Auf- und Abbewegung der Laften hier in Frage kommende — Länge des einfachen Pendels, welches mit der Glocke gleich fchnell fchwingt, ift wie oben anzunehmen zu $l = 0{,}787 \cdot 2{,}1 \text{ m} = 1{,}652 \text{ m}$; mithin ift die größte Wirkung S der Laft R am tiefften Punkte

$$S = R \cdot \frac{1{,}652 + 0{,}10175 \cdot 2}{1{,}652} = 1{,}123\, R.$$

Die größte Wirkung der akzelerierenden Laft ift demnach 1⅛ ihres Gewichtes, fo daß die Erhöhung der Laftwirkung bei der Abwärtsbewegung im tiefften Punkte etwa ⅛ oder, da $R = 2{,}7\, Q$, nur $0{,}3375\, Q$ gegenüber $2{,}7889\, Q$ bei der gewöhnlichen (fiehe Art. 66, S. 84) und $0{,}35727\, Q$ bei der *Pozdech*'fchen (fiehe Art. 69, S. 88) Aufhängung beträgt.

(Zum Erfatz der Federn am ausgeführten Geläute mit einem zufätzlichen Arbeitsbedarf von (fiehe Art. 71, S. 91) 769,7 Met.-Kilogr. wurde nur eine Laft $R = 7565$ kg oder $1{,}546\, Q$ fich nötig machen.

b) Befchreibung einiger Glockenftuhlkonftruktionen.

72. Kirche zu Neuenkirchen.

Der auf dem Kirchturm zu Neuenkirchen bei Osnabrück 1876 ausgeführte Glockenftuhl (Fig. 107 bis 110) hat für ein in gewöhnlicher Weife aufgehängtes, fomit den Stuhl ftark beanfpruchendes Geläute zu dienen. Es befteht aus einem Bockgerüft, welches in 3 m Höhe über dem Fuße die Lager der Glocken trägt.

Die Glocken geben die erften drei Töne der *D-dur*-Skala (*D*, *E* und *Fis*) und wiegen 1350 kg $= D$, 950 kg $= E$ und 638 kg $= Fis$. Unter Bezugnahme auf die Berechnung in Art. 66 (S. 84) erfolgt die größte wagrechte Wirkung unter der Annahme eines Ausfchlages von 110 Grad zu jeder Seite der Lotrechten oder um 20 Grad über den Horizont hinaus bei der Stellung von 49° 16′ 38″ gegen die Lotrechte und hat den Wert $H = 1{,}562\, Q$, und da $Q = 1350 + 950 + 638 = 2938$ kg, fo ift

$$H = 4589 \text{ kg}.$$

Digitized by Google

Der gleichzeitig ftattfindende lotrechte Druck auf das Glockenlager ift

$$V = Q\left(\cos\alpha + \frac{2\,x}{s}\right)\cos\alpha + \frac{J\,g}{r\,s}\sin^2\alpha$$

oder in Zahlen

$$\frac{V}{Q} = \left(0{,}6524 + 2\,\frac{0{,}211726 + 0{,}619045\cdot 0{,}6524}{0{,}787}\right)0{,}6524 + \frac{0{,}10397}{0{,}619045\cdot 0{,}787}\cdot 0{,}57434\,,$$

$$\frac{V}{Q} = 1{,}44624 + 0{,}12257 = 1{,}56881\,,$$

oder

$$V = 1{,}56881\ Q = 1{,}56881\cdot 2938 = 4609\ \text{kg}\,.$$

Der Winkel der Refultante mit der Lotrechten findet ſich daher aus der Beziehung

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{4589}{4609} = 0{,}99568\,,\ \text{woraus}\ \beta = 44^\circ\,52'\,4''\ ^{130})$$

oder rund 45 Grad, während die Refultante den Wert von rund

$$\sqrt{2}\cdot 1{,}565\ Q = 2{,}207\ Q$$

annimmt.

Man kann daher bei der Berechnung von Stühlen für in gewöhnlicher Weiſe aufgehängte Glocken, die bis zu 20 Grad über den Horizont ſchwingen, für den Augenblick des größten wagrechten Zuges die Kräfterefultante unter 45 Grad gerichtet und die Größe derſelben zu $2^1/_5$ des Gewichtes der ſchwingenden Maſſen annehmen.

Da der Glockenſtuhl am Fuße eine Breite von 5,43 m befitzt, während das Lager 3 m hoch liegt, ſo fällt die um 45 Grad geneigte Refultante um $3 - \frac{5{,}43}{2} = 0{,}285$ m außerhalb des Fußes des Glockenſtuhles. Indes bleibt der Schwerpunkt des letzteren noch innerhalb ſeiner Baſis, wie aus folgendem hervorgeht.

Bei dem wagrechten Druck der ſchwingenden Glocken von 4609 kg und dem Eigengewichte des Glockenſtuhles von 2400 kg (2392 kg) fällt der Schwerpunkt im Augenblicke gleichzeitiger ſtärkſter wagrechter Wirkung aller Glocken von 4589 kg um

$$x = \frac{4589\cdot 3}{4609 + 2400} = 1{,}964\ \text{m}$$

aus der Mitte, bleibt alſo noch um

$$2{,}715 - 1{,}964 = 0{,}751\ \text{m}$$

vom Rande des Glockenſtuhles entfernt, ſo daß auch ohne Befeſtigung ein Kippen nicht eintreten kann. Die Tangente des Winkels der Richtung der Geſamtpreſſung mit der Lotrechten iſt

$$\frac{1{,}964}{3} = 0{,}655\,,$$

der Winkel alſo 33° 13½′, entſprechend etwa der Reibung der Ruhe von Eiſen auf Holz, ſo daß der Glockenſtuhl ohne weitere Befeſtigung gegen das Gleiten geſichert iſt.

Was nun die Feſtigkeit des Gerüſtes anlangt, ſo hat der Binder zwiſchen der größten und der mittleren Glocke am meiſten auszuhalten; die Laſt beider Glockenhälften iſt

$$\frac{950 + 1350}{2} = 1150\ \text{kg}\,;$$

die wagrechte Wirkung der gleichzeitig ſchwingenden Glocken hat daher den Größtwert

$$H = 1{,}562\cdot 1150 = 1796\ \text{kg}\,.$$

Fig. 107. *Längenanſicht.* Fig. 108. *Seitenanſicht.*

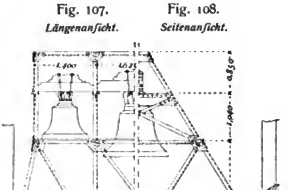
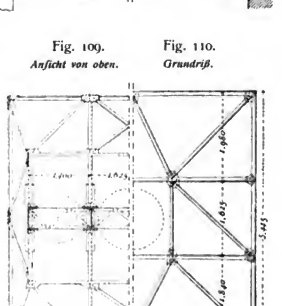


Fig. 109. *Anſicht von oben.* Fig. 110. *Grundriß.*



Glockenſtuhl zu Neuenkirchen.
1/100 w. Gr.

130) Die Abweichung dieſes Refultantenwinkels β von α rührt, wie leicht erſichtlich, von der Seitenkraft p (ſiehe Art. 66 u. Fig. 92) her.

Digitized by Google

Als lotrechte Kräfte haben wir zunächſt die Seitenkraft des Glockendruckes

$$V = 1{,}5688 \cdot 1150 = 1804 \text{ kg},$$

dazu $^1/_4$ des Eigengewichtes des Glockenſtuhles $\underline{600 \text{ kg}}$,

zuſammen 2404 kg.

Die Reſultante der ſenkrecht zueinander wirkenden Kräfte fällt noch um $2{,}735 - \frac{3 \cdot 1796}{2404} = 0{,}475^{\text{ m}}$ innerhalb des Fußes des zur Zeit betrachteten Gefpärres des Glockenſtuhles; demnach kommen vom Gefamtdruck $= \sqrt{1795^2 + 2401^2} = 3000 \text{ kg}$, welcher Druck nahezu parallel dem Sparren wirkt, auf letzteren

$$3000 \, \frac{5{,}43 - 0{,}475}{5{,}43} = 2740 \text{ kg}.$$

Der Sparren, aus Winkeleiſen von $90^{\text{ mm}}$ Schenkellänge und $16^{\text{ qcm}}$ Querſchnitt beſtehend, erhält ſomit eine Preſſung von $\frac{2740}{16} = 171 \text{ kg}$ für $1^{\text{ qcm}}$.

Die Knickfeſtigkeit wurde nach der Formel (Gleichung 148 in Teil I, Bd. 1, erſte Hälfte, S. 312[181]) berechnet, worin hier $K = 2{,}8^{\text{ t}}$ für $1^{\text{ qcm}}$, $F = 16^{\text{ qcm}}$, $J = 130{,}43$, $l = 220^{\text{ cm}}$ und $\alpha = 0{,}000044$ zu ſetzen ſind, ſo daß

$$P = \frac{2{,}8 \cdot 16}{l + 0{,}000044 \, \frac{220^2 \cdot 16}{130{,}43}} = 35{,}5 \text{ Tonnen};$$

die Knickfeſtigkeit wird demnach zu nur $\frac{2740}{35500} = \frac{1}{13}$ ausgenutzt, oder es iſt in der äußerſten am meiſten gedrückten Faſer eine Beanſpruchung von $\frac{2800}{13} = 215 \text{ kg}$.

Mithin iſt reichliche Sicherheit vorhanden, und das gewählte Winkeleiſenprofil würde bei den vorliegenden Längenverhältniſſen auch noch für doppelt ſo ſchwere Glocken genügen.

Die in etwa halber Höhe angebrachte ſeitliche Gurtung, aus Winkeleiſen von $65^{\text{ mm}}$ Schenkellänge und $12^{\text{ qcm}}$ Querſchnitt beſtehend, bildet nun im Verein mit den zwiſchen ihr und dem unteren Rahmen als unterer Gurtung angebrachten Diagonalen einen Balken von $2{,}20^{\text{ m}}$ Höhe und $5{,}43^{\text{ m}}$ Länge, genügend ſteif, um jede Deformation des Stuhles auch dann zu verhüten, wenn etwa bloß die 4 Ecken das Mauerwerk berühren ſollten, für welchen Fall ſich eine Gurtungsſpannung, bezw. Preſſung (wie aus der Zeichnung leicht zu entnehmen) von $\frac{4200 \cdot 2 - 1200 \cdot 0{,}4}{2{,}2} = 3600 \text{ kg}$ oder bei $12^{\text{ qcm}}$ Querſchnitt von 300 kg für $1^{\text{ qcm}}$ einſtellt.

Zur Übertragung der wagrechten Kräfte auf die 4 Ecken oder auch auf die Mittelpunkte der parallel zur Schwingungsrichtung liegenden Endrahmen iſt außerdem eine wagrechte Verſtrebung angebracht, mit deren Hilfe das Fachwerkſyſtem in Fig. 110 gebildet wird. Da es ſich bei dieſen Teilen lediglich um wagrechte Kräfte handelt, ſo iſt ihre Beanſpruchung noch geringer als bei den Sparren und den Mittelgurtungen. Zur Minderung der Schwingungsbewegungen iſt auf dem Glockenſtuhle noch die aus Fig. 109 erſichtliche Umrahmung angebracht und mit Vergitterung verſehen.

Der Glockenſtuhl iſt von der Georgs-Marien-Hütte bei Osnabrück 1876 angefertigt und hat bei 2,4 t Gewicht, einſchl. Aufſtellung und Anſtrich, 1300 Mark gekoſtet, während für einen ſolchen aus Eichenholz 1700 Mark gefordert worden waren. Nach einer Mitteilung des Herrn Architekten *H. Dreyer* in Osnabrück, unter deſſen Leitung die Arbeit ausgeführt wurde, hat ſich die Konſtruktion als vollkommen feſt erwieſen. Auf das Quadratmeter des Grundriſſes des Lichtraumes des Turmes kommen vom Glockenſtuhle $\frac{2400}{29{,}48} = 81{,}3 \text{ kg}$.

Der verhältnismäßig hohe Einheitspreis für die Tonne des beſchriebenen Glockenſtuhles iſt darin begründet, daß er für den vorliegenden beſonderen Fall entworfen und durchweg mit warm eingezogenen Nieten zuſammengeſetzt worden iſt, welche Arbeiten bei der Geringfügigkeit des Gefamtgewichtes im Vergleich etwa zu eiſernen Brücken und der Schwierigkeit der Ausführung, ſowie

[181] 2. Aufl.: Gleichung 157, S. 121. — 3. Aufl.: Gleichung 157, S. 136.

Digitized by Google

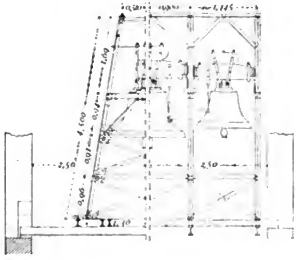
der damit verbundenen Transporte etc. die Steigerung des Einheitspreiſes erklärlich machen. Daß übrigens die Vernietung allein geeignet iſt, die größtmögliche Feſtigkeit der Verbindungen und damit die für die Erhaltung der Kirchtürme ſo wünſchenswerte Steifigkeit der Glockenſtühle dauernd ſicher zu ſtellen, dürfte wohl nicht zu beſtreiten und daher die Anwendung von Nieten ſtatt der auch wohl verwandten Schraubenbolzen, ungeachtet der etwas höheren Koſten, dringend zu befürworten ſein.

73. *Johannis*-Kirche zu Dresden.

Eine für eiſerne Glockenſtühle vielfach gewählte Anordnung geben wir in Fig. 111 bis 114, welche den vom Glockengießer *Große* für die *Johannis*-Kirche zu Dresden gleichzeitig mit dem Geläute ſelbſt gelieferten Glockenſtuhl darſtellen.

Fig. 111. *Seitenanſicht.*

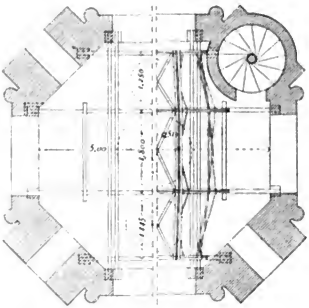
Fig. 112. *Längenanſicht.*



Hier ſind gewalzte **I**-Träger, welche in den Umfaſſungsmauern ruhen, kreuzweiſe übereinander zur Unterſtützung der 4 Böcke oder Geſpärre zur Anwendung gekommen. Die **U**-förmig gewalzten Lagerbalken werden durch Streben aus Winkeleiſen geſtützt; ebenſo ſind die Rahmen ſelbſt aus doppelten Winkeleiſen hergeſtellt und oben durch eine wagrechte Einrahmung mit Winkeleiſen, zwiſchen welchen ſich Flacheiſendiagonalen befinden, verbunden und gegenſeitig abgeſteift. Außerdem ſind in der Fläche der Rahmen fachwerkartige Verbindungen teils aus Winkel-, teils aus Flacheiſen hergeſtellt, während endlich noch eine ebenſolche Verbindung zwiſchen je zwei benachbarten Böcken beſteht. Es ſind ausſchließlich Schraubenbolzen verwandt.

Fig. 113. *Grundriß.*

Fig. 114. *Anſicht von oben.*



Wie aus der Höhenlage der Lagerbalken zu den Glocken aus Fig. 111 u. 112 zu entnehmen iſt, ſind die Glocken nach dem *Pozdech*'ſchen Syſteme, jedoch unter Beibehaltung der gewöhnlichen Anordnung der Armatur (Holz mit Eiſenbeſchlag) aufgehängt. Die größte dieſer Glocken *B* iſt 1853 kg ſchwer, während die Armatur 600 kg wiegt. Der Glockendurchmeſſer iſt 1,57 m. Die Drehachſe (Schneiden der ſtützenden Meißel) liegt 56 mm oder 0,036 *D* unter dem Glockenſcheitel, alſo bedeutend weniger als bei der in Fig. 72 dargeſtellten *Pozdech*'ſchen Anordnung. Der Glockenſchwerpunkt liegt unter dem Scheitel 0,500045 *D*, mithin unter der Drehachſe 0,464 *D* während der Schwerpunkt der Armatur 0,33 *D* über der Drehachſe ſich befindet.

Glockenſtuhl der *Johannis*-Kirche zu Dresden.
1/100 w. Gr

Unter Benutzung der mehrfach angeführten Ziffer des Trägheitsmoments der Glocke berechnet ſich aus dieſen Angaben der Schwingungshalbmeſſer $s = 0{,}993\ D$; derſelbe iſt alſo um etwa 3 Vomhundert kleiner als der bei der originalen *Pozdech*'ſchen Konſtruktion. Für ganz kleine Schwingungen ergibt ſich hieraus eine Schwingungsdauer von

$$t = \pi \sqrt{\frac{s}{g}} = 3{,}14 \sqrt{\frac{0{,}993 \cdot 1{,}57}{9{,}81}} = 1{,}24658 \text{ Sekunden}$$

oder 48,1 Schläge in der Minute.

Digitized by Google

Beim größten Ausſchlage von 78 Grad ergibt ſich die Fallhöhe $h = 0{,}79\ s$; daher iſt

$$t_1 = t\sqrt{1 + \frac{1}{4}\,\frac{0{,}79}{2}} = 1{,}3067898 \text{ Sekunden}$$

oder 45,9 Schwingungen in der Minute, während 48 und 46 Schwingungen in der Minute beobachtet worden ſind.

Das Gewicht des Glockenſtuhles beträgt 2088 kg; dazu kommen 957 kg Gewicht der I-Träger, was zuſammen 3045 kg oder 122 kg für 1 qm ergibt.

74. Kirche zu Friedrichſtadt-Dresden.

Ein ganz ähnlicher Glockenſtuhl iſt von *Friedrich* für die Friedrichſtädter Kirche zu Dresden in einem achteckigen Raume von 4 m Mittelbreite und Länge konſtruiert.

Dieſer Glockenſtuhl trägt 3 Glocken, die nach *Pozdech*'s Syſtem aufgehängt ſind und deren größte 1425 kg wiegt. Derſelbe, gleichfalls auf I-Trägern ruhend, wiegt 2325 kg, alſo für 1 qm 145 kg. An dieſem Stuhle ſind übrigens die ſämtlichen Konſtruktionsteile miteinander durch Niete verbunden.

75. Kirche zu Werdau.

Wie bereits in Art. 70 (S. 89) gelagt wurde, iſt das Geläute zu Werdau im Jahre 1867 nach *Ritter*'s Syſtem ausgeführt worden.

Es wiegt die größte der Glocken im Werdauer Kirchturm . . . . . 2383 kg,
die Armatur . . . . . zirka 600 kg;
der untere Glockendurchmeſſer D iſt . . . . . 1,64 m;
der Schwerpunkt der Armatur liegt über dem Glockenſcheitel 0,345 m = $0{,}21\ D$;
der Schwerpunkt der Glocke liegt unter Scheitel . . . . . $0{,}560045\ D$;
die Lagerfläche der Glocke liegt unter Scheitel . . . . . $0{,}241\ D$;
der Scheibenhalbmeſſer iſt . . . . . 0,175 m = $0{,}1065\ D$.
Somit liegt der Schwerpunkt des ganzen ſchwingenden Körpers über dem Schwerpunkte der Glocke allein . . . . . $0{,}1479\ D$;
der Abſtand des Scheibenmittelpunktes vom gemeinſchaftlichen Schwerpunkte iſt . . . . . $0{,}2176\ D$.

Das Trägheitsmoment der Maſſe in Bezug auf den gemeinſchaftlichen Schwerpunkt iſt

$$J_1 = Q D^2 \left(0{,}10997 + 0{,}1479^2 + \frac{600}{2283}\,0{,}5621^2\right) = 0{,}20894\ Q\ D^2,$$

oder, wenn man die ganze Maſſe mit Q_1 bezeichnet,

$$J_1 = 0{,}1654\ D^2\ Q_1.$$

Demnach iſt das Trägheitsmoment in Bezug auf die durch die Kreismittelpunkte gehende Achſe

$$J_a = Q_1 D^2\ (0{,}1651 + 0{,}2176^2) = 0{,}2127\ Q_1\ D^2;$$

das ſtatiſche Moment iſt in Bezug auf die Achſe

$$M_a = 0{,}2176\ Q_1\ D;$$

folglich iſt der Abſtand des Schwingungspunktes

$$s = \frac{J_a}{M_a} = \frac{0{,}2127}{0{,}2176}\,D = 0{,}977\ D,$$

oder, da $D = 1{,}64$ m iſt,

$$s = 1{,}60228 \text{ m}.$$

Die zur Berechnung der Schwingungsdauer zu ermittelnde Höhe h des Schwingungsbogens iſt bei einem Ausſchlagwinkel von 78 Grad

$$h = s\ (1 - \cos 78°) = 0{,}79309\ s.$$

Hieraus berechnet ſich unter Benutzung der Gleichung

$$t = \pi\sqrt{\frac{s}{g}\left(1 + \frac{1}{8}\,\frac{h}{s} + \frac{9}{256}\,\frac{h^2}{s^2}\right)}$$

die Schwingungsdauer $t = 1{,}3468$ Sekunden, entſprechend 44,57 Schwingungen. Beobachtet wurden 44 Schwingungen. Für ganz kleine Schwingungen iſt $h = 0$, und dann iſt

$$t = \pi\sqrt{\frac{s}{g}} = 1{,}3213 \text{ Sekunden}$$

oder in der Minute 47,₂ Schwingungen, während 47 Schwingungen beobachtet wurden.

Digitized by Google

Die Beobachtung des Geläutes in Werdau ergab ein fast vollständiges Stillhängen der Klöppel und infolgedessen ein heftiges Anschlagen der Glocken an die Klöppel und geringen Winkelabstand von der Lotrechten, woselbst die Geschwindigkeit am größten ist. Daß das Anschlagen in der Tat kräftig vor sich ging, ergab der Augenschein, und daneben lassen die Klöppel, welche in gewöhnlicher Weise mit kugelförmiger Verdickung aus Schmiedeeisen und nicht in Form eines Tellers mit Stiel, wie sie der Erfinder *(Ritter)* sonst anzuwenden pflegte, hergestellt sind, die Folgen ihres bisherigen Gebrauches durch starke Abplattungen und Quetschungen an den Anschlagstellen in ebenso deutlicher Weise erkennen, wie man dies bei gewöhnlichen Geläuten beobachten kann. Wie es nicht anders sein kann, finden sich diejenigen Klöppelseiten, welche beim Anziehen des Läuteseiles unmittelbar getroffen werden, weit mehr abgenutzt als die entgegengesetzten, welche bloß vom Stoß der zurückkehrenden Glocke herrühren, woraus der große Anteil der jedesmaligen Zieharbeit an der ganzen, in der schwingenden Glocke vorhandenen lebendigen Kraft dargetan wird. Es ist dem läutenden Personal mit einiger Anstrengung sogar möglich, die Zahl der Schwingungen in der Minute um mehrere zu steigern, und zwar durch vorzeitiges Anhalten und starkes Ziehen, wobei der Ausschlagwinkel auf der einen Seite kleiner wird. Die oben angegebenen Beobachtungen über die Schwingungszahlen wurden übrigens bei in der Mitte fest gebundenem Klöppel gemacht, wo dann ein leises Ziehen zur Ingangerhaltung genügte. Endlich habe ich noch mitzuteilen, daß die Scheiben ihre Unterlagen nur wenig angegriffen haben und auch die Zähne der Scheiben und der Lagerplatten nur schwach abgenutzt erscheinen, so daß die Bewegung der Scheiben im wesentlichen als eine rollende und somit wenig passive Widerstände verursachende angesehen werden muß. Daß die einseitige Wirkung der Zugseile auf das eine Ende der Achse das Anbringen einer Verzahnung am meisten erfordert, zeigt die größere Abnutzung der Zähne an der Seite, an welcher das Zugseil auf das für dasselbe an der Achse vorhandene Segment einer Seilscheibe wirkt.

Der aus Eichenholz hergestellte, mit einigen diagonal angebrachten Zugeisen armierte Glockenstuhl, welcher übrigens bei 7 m Höhe mit seinem Fuße bis auf einen um ein Geschoß tiefer als der Fußboden der Glockenstube liegenden Mauerabsatz hinabreicht, hat augenscheinlich nur geringe Beanspruchungen beim Läuten der vorhandenen 4 Glocken *(H:* 1,64 m Durchmesser, 2283 kg; *D:* 1,36 m Durchmesser, 1356 kg; *Fis:* 1,09 m Durchmesser, 710 kg; *H:* 0,78 m Durchmesser, 277 kg; zusammen 4626 kg) auszuhalten, während früher, bei der gewöhnlichen Aufhängung, während welcher die Glocken in 2 Geschossen übereinander hingen, zur Verhinderung der starken Bewegungen ein Abstützen des Stuhles oben gegen das Turmgemäuer zum Nachteil des letzteren hatte stattfinden müssen, was jetzt nicht mehr der Fall ist. Der ganze Raum für den Glockenstuhl mißt im Grundriß 4,29 m Länge bei 3,64 m Breite, woraus dann die geringe Wegelänge der Glocken in der Schwingungsrichtung zu beurteilen ist[132]).

76. Vergleich der drei Aufhängemethoden.

Zum Vergleiche der bei den betrachteten drei Aufhängungsmethoden benötigten Längen diene übrigens folgendes.

Bei der gewöhnlichen Aufhängung bildet die Klöppelspitze während der wagrechten Lage der Glocke und des Klöppels den am weitesten ausladenden Punkt, und es berechnet sich daher die halbe Raumlänge aus

Glockenhöhe	$= 0{,}7346\ D$,
Abstand der Achse über Scheitel	$= 0{,}1190\ D$,
Überstand der Klöppelspitze über den unteren Glockenrand	$= 0{,}2500\ D$
im ganzen	$= 1{,}1036\ D$,
oder die ganze Raumlänge	$= 2{,}2072\ D$.

Bei der *Pozdech*'schen Anordnung steht die Klöppelspitze, wenn der Klöppel die Glocke berührt, um 0,8 D von der Drehachse ab; sobald nun die Verbindungslinie zwischen Klöppelspitze und Drehachse wagrecht steht, ist der größte wagrechte Abstand erreicht, und daher ist die ganze benötigte Länge $2 \cdot 0{,}8\ D = 1{,}60\ D$.

[132]) Bei den in Werdau angestellten Beobachtungen und eingezogenen Erkundigungen ist mir der inzwischen verstorbene Stadtbauinspektor *Neumann* daselbst in freundlicher Weise förderlich gewesen, was ich hier dankend anzuerkennen habe.

Digitized by Google

Verwendet man denſelben Klöppel bei der *Ritter*'ſchen Aufhängung und legt die Verhältniſſe des Zahlenbeiſpieles in Art. 75 zu Grunde, ſo iſt der Abſtand zwiſchen Klöppelſpitze und Drehachſe $= 0{,}74\ D$, mithin die ganze Länge $2 \cdot 0{,}74 = 1{,}48\ D$.

Verwendet man aber den von *Ritter* gewöhnlich benutzten Klöppel mit Scheibe und leichtem Stiele unter Weglaſſung des Knopfes, ſo wird die äußerſte Linie vom Glockenrande beſchrieben, und es iſt dann der größte wagrechte Abſtand von der Achſenlinie der lotrecht hängenden Glocke nur $0{,}68\ D$, mithin die ganze benötigte Länge $2 \cdot 0{,}68\ D = 1{,}36\ D$.

Da dieſe Ziffern, verbunden mit den berechneten Angaben über die beim Läuten auftretenden Kräfte, einiges Intereſſe haben dürften, ſo ſtellen wir ſie in folgender Tabelle zuſammen:

	Gewöhnliche Aufhängung	*Pozdech*'ſche Aufhängung	*Ritter*'s Aufhängung mit gewöhnlichem Klöppel	*Ritter*'s Aufhängung mit kurzem Klöppel
Erforderliche Länge	2,3972 D	1,60 D	1,48 D	1,36 D
Größter wagrechter Schub . .	1,5690 Q	0,2713 Q	—	—
Größter lotrechter Druck . . .	3,1067 Q	1,5573 Q	—	—
Abſtand des Schwingungspunktes	0,787 D	1,0250 D	0,977 D	—

Für die bisherigen Ausführungen der vom Verfaſſer vorgeſchlagenen Aufhängung iſt die Schwingungsachſe mit $0{,}163\ D$ unter dem Glockenſcheitel etwas tiefer als für *Pozdech*'ſche Aufhängung angenommen, woraus geringere Kraftwirkungen und als Länge des Schwingungsraumes $1{,}524\ D$ ſich ergeben.

c) Aufsergewöhnliche Konſtruktionen.

77. Glockenſtühle von großer Höhe.

Haben wir bisher bloß Glockengebälke und Glockenſtühle von geringer Höhe, wie ſie gewöhnlich vorkommen, betrachtet, ſo bleibt uns noch übrig, bezüglich außergewöhnlicher Konſtruktionen einiges zu bemerken. Zu ſolchen außergewöhnlichen Konſtruktionen ſind die Glockenſtühle von bedeutender Höhe zu rechnen, wie ſie aus Holz vielfach gebaut worden ſind, um die Türme vor den Wirkungen des Schwingens der Glocken zu bewahren. Wir erinnern hier an den zirka 19 m hohen Glockenſtuhl im *St. Stephans*-Turme zu Wien, ferner an jenen in der *Thomas*-Kirche zu Leipzig von 20 m Höhe[123]), ſodann an den von *Viollet-le-Duc* 1852 neu erbauten 24 m hohen Glockenſtuhl *(Beffroi)* in einem der Weſttürme der *Notre-Dame*-Kirche zu Paris etc. Alle dieſe Glockenſtühle ſind ſelbſtverſtändlich gut verſtrebt; allein außer den Eckſäulen ſind auch noch Zwiſchenſäulen zum unmittelbaren Aufnehmen des Druckes der Glockenachſen angebracht, was dem ganzen Verbande ſchaden muß. Daher iſt, um die ganze Standſicherheit des Glockenſtuhles tunlichſt zu erhöhen, für dieſe Konſtruktionen die Anwendung lediglich von Eckſäulen, die nach Art amerikaniſcher Brücken (nach *Long*'ſchem Syſtem) miteinander verſtrebt ſind, zu empfehlen; auch iſt ein derartiger Stuhl aus Holz in der Chriſtus-Kirche zu Hannover auf den Rat des Verfaſſers dieſes Kapitels von *Haſe* 1864 ausgeführt.

[123]) Siehe: Breymann, G. A. Allgemeine Bau-Conſtruktions-Lehre. II. Theil: Conſtruktionen in Holz. 4. Aufl. Von H. Lang. Stuttgart 1870.

Digitized by Google

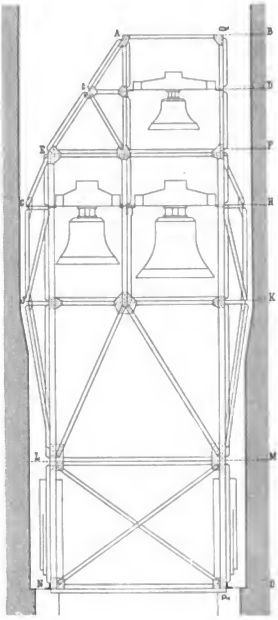


Fig. 115.
Aufriß.

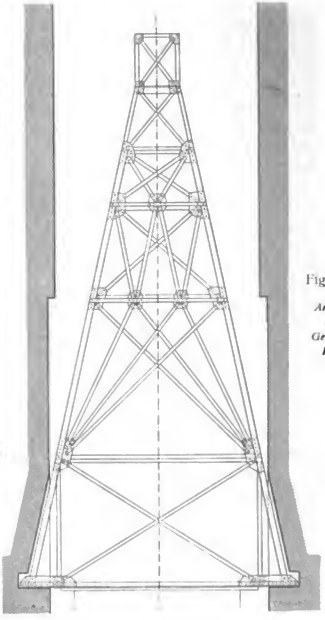


Fig. 116.
Ansicht des Gerüstes PQ.

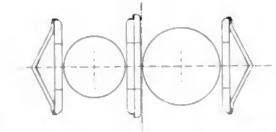


Fig. 117.
Schnitt GH.

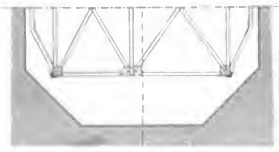


Fig. 119.
Schnitt K.

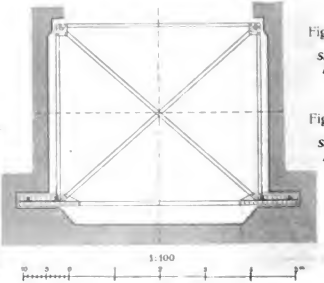


Fig. 118.
Schnitt LM.

Fig. 120.
Schnitt NO.

Glockenstuhl in der *Gertruden*-Kirche

Digitized by Google

Für Eiſenkonſtruktion dürfte eine der bei eiſernen Viaduktpfeilern gebräuchlichen Anordnungen mit Vorteil anzuwenden ſein. Eine ſolche iſt für die von *Otzen* erbaute *Gertruden*-Kirche in Hamburg vom Verfaſſer entworfen[134]) und in Fig. 115 bis 124 dargeſtellt.

Es handelte ſich hier um die Aufhängung dreier Glocken von 2700, 1375 und 800 kg Gewicht. Die einfache Konſtruktion bedarf nur inſofern einer Erläuterung, als zwiſchen den Wagrechten EF und LM (Fig. 115) zwei pyramidale Anhängſel außerhalb der Gefpärre angebracht ſind, durch welche dieſe jedes für ſich die erforderliche Widerſtandsfähigkeit gegen ſeitliche Schwankungen und gegen Verdrehung erhalten.

Unter Bezugnahme auf die Berechnung der Beanſpruchung des Neuenkirchener Glockenſtuhles findet ſich im vorliegenden Falle das Drehmoment zu

$$M = \left[(2700 + 1375)\,(8{,}5 - 2{,}8) + 800\,(11{,}05 - 2{,}8)\right] 1{,}565 = 46680 \text{ mkg}.$$

Da das eigene Moment des Glockenſtuhles bei etwa 5300 kg Gewicht am Hebel von 2,80 m = 14840 mkg beträgt, ſo bedarf es an jedem der 4 Eckpunkte der Stuhlbaſis einer niederhaltenden Kraft beim Läuten – dieſes nach gewöhnlicher Art vor ſich gehend angenommen – von

$$\frac{46680 - 14840}{2 \cdot 5{,}6} = 2843 \text{ kg},$$

welche durch das auf die äußere Hälfte der Schwellen (wie aus Fig. 115 zu entnehmen) ſich aufſetzende Mauerwerk geboten wird.

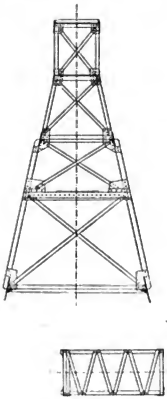


Fig. 121. *Mittelbock.*

Unter gleicher Vorausſetzung findet ſich die größte Beanſpruchung der Eckſparren des Glockenſtuhles auf Druck zu je

$$\frac{5300 \cdot 2{,}8 + 4075 \cdot 11{,}3 + 800 \cdot 13{,}85}{2 \cdot 5{,}3} = 6789 \text{ kg};$$

ſomit kommen auf 1 qcm des aus Winkeleiſen von 120×120×15 mm beſtehenden Sparrenquerſchnittes von 33,75 qcm Fläche rund 200 kg.

Die Knickfeſtigkeit bei einer größten freien Länge der Eckſparren zwiſchen den Schichten IK und LM von 3,50 m ergibt ſich, unter Benutzung des vorhin gebrauchten Ausdruckes, da $F = 33{,}75$ und $J = 188$ (in Centim.), zu

$$P = \frac{33{,}75 \cdot 188}{188 + 0{,}00044 \cdot 350^2 \cdot 33{,}75} = 48031 \text{ kg}$$

und gegenüber einer Beanſpruchung von 6789 kg alſo eine mehr als 7-fache Sicherheit.

Fig. 122. *Anſicht von oben.*

Es bleibt hier aber zu bemerken, daß die Glocken der *Gertruden*-Kirche nach dem *Collier*'ſchen Syſteme aufgehängt und daher die Kraftwirkungen beim Läuten weit kleiner ſind, als hier berechnet.

Die Koſten des Stuhles haben im ganzen 3132 Mark betragen, wovon 2800 Mark an die Lübecker Maſchinenfabrik als die Lieferantin bezahlt wurden.

Fig. 123. *Schnitt CD.*

Ein ähnlicher Stuhl, in Fig. 100 bis 106 (S. 91 bis 93) dargeſtellt, iſt im Turm der von *Weidenbach* gebauten Lukaskirche in Dresden errichtet. Darin hängt das nach dem Vorſchlage des Verfaſſers (D. R.-P. Nr. 105 250) mit Federn zur Beſchleunigung des Schwingens und Sicherung eines richtigen Anſchlages des Klöppels verſehene, in Art. 71 (S. 91) beſprochene Geläute.

Fig. 124. *Schnitt EF.*

zu Hamburg.

[134]) Siehe: KALL, C. St. Gertrud in Hamburg. Hamburg 1888.

Digitized by Google

Dieſer im Jahre 1902 aufgeſtellte, nach dem Entwurfe des Verfaſſers konſtruierte Glockenſtuhl trägt 4 Glocken von 4829, 3060, 1420 u. 130 kg Gewicht = 9439 kg und iſt aus gleichſchenkeligen Winkeleiſen zuſammengeſetzt; die Eckſparren meſſen 130 × 14 mm, die übrigen Teile 110 × 12 mm und die Lagerträger 120 × 13 mm. Das Geſamtgewicht, aus

Winkeleiſen:	9199,59 kg
Blechen 10 mm ſtark:	2028,00 „
Nieten und Schrauben:	322,00 „
gebildet, beläuft ſich auf	11549,59 kg.

Die beiden hohen Glockenſtühle wiegen demnach:

$$\text{der Dresdener } \frac{11549{,}59}{9710} = 118{,}94 \text{ Vomhundert}$$

$$\text{und der Hamburger } \frac{5300}{4875} = 108{,}72 \text{ Vomhundert,}$$

alſo im Mittel etwa 114 Vomhundert der Glockenlaſt bei Höhen von 12,60 und 12,80 m.

78. Schwingen der Türme.

Die beim Läuten entſtehenden wechſelnden Einwirkungen auf die Türme können letztere unter Umſtänden in Schwingungen verſetzen. Hier iſt namentlich auf die pendelartige Bewegung des Wiener *Stephans*-Turmes beim Läuten hinzuweiſen, über welche *v. Schmidt* die in der unten angeführten Quelle[135]) wiedergegebenen Mitteilungen gemacht hat.

Größere Schwingungen des Turmmauerwerkes entſtehen, ſobald ein Rhythmus zwiſchen der Schwingungsdauer der Glocken und derjenigen der Türme ſelbſt eintritt. Beim gleichzeitigen Läuten mehrerer Glocken, die ſtets verſchiedene Schwingungszeiten haben, läßt ſich eine allmähliche Steigerung der Schwingungsamplituden weniger leicht erwarten als beim Läuten nur einer Glocke. Nach Analogie der allgemein bei elaſtiſchen Körpern zu beobachtenden Schwingungserſcheinungen iſt es zwar außer Zweifel, daß die Größe der Kraftwirkungen beim Erregen der Schwingungen eine bedeutende Rolle ſpielt, daß Schwingungen überhaupt nur eintreten, wenn die rhythmiſch wiederholten Kraftwirkungen eine gewiſſe Stärke beſitzen; allein ebenſo ſicher iſt es, daß von zwei ſonſt ähnlichen elaſtiſchen Konſtruktionen die ſteifere, ſtabilere am raſcheſten ſchwingt, und daß daher beiſpielsweiſe eiſerne Brücken nur bei raſchem Tempo von im Takt darüber ſchreitenden Perſonen in Schwingungen geraten, während dies bei hölzernen Brücken unter ſonſt gleichen Verhältniſſen ſchon bei langſamem Schreiten erfolgt. Es läßt ſich daher erwarten, daß mitunter kleine, daher raſcher als große ſchwingende Glocken eher als letztere eine Turmſpitze in Pendelbewegungen zu verſetzen im ſtande ſind.

Eine neuere „Beobachtung von Turmſchwankungen beim Läuten der Glocken“ hat *Bürgin* in Karlsruhe in der unten genannten Zeitſchrift[136]) veröffentlicht. Bei einer Standhöhe des Glockenſtuhles von 23,69 m iſt die Turmſpitze 43,38 m hoch; der Ausſchlag während des Läutens der 1200 kg ſchweren größten Glocke betrug 6,10 mm. Die mitgeteilte Tabelle der Schwingungsausſchläge gibt aber durch bedeutende Abweichungen, die *Bürgin* lediglich auf Beobachtungsfehler ſchiebt, Anlaß zu der übrigens ſehr wahrſcheinlichen Annahme, daß der Rhythmus der Eigenſchwingung des Turmes – glücklicherweiſe – mit demjenigen der großen Glocke nicht harmoniert hat.

Beim Probeläuten der Glocken der Lukaskirche in Dresden iſt eine Bewegung weder des Stuhles, noch des Turmes empfunden worden. Die mit feinen

[135]) Deutſche Bauz. 1871, S. 86.
[136]) Deutſche Bauz. 1899, S. 326, 330.

Digitized by Google

Libellen angeftellten Beobachtungen haben ebenfalls fo kleine Werte ergeben — 70 Sekunden für den Stuhl am oberen Ende und 1 Sekunde für den Turm in der Höhe des Fußes des Glockenftuhles —, während im Geſchoß über dem Glockenſtuhl 3 Sekunden beobachtet worden ſind. Dieſe Zahlen geben zu weiteren Unterſuchungen kaum Anlaß, und noch weniger laſſen ſich aus denſelben irgend welche Befürchtungen für die Standfeſtigkeit herleiten.

79. Schwingungsdauer.

Die Schwingungsdauer von Türmen, wie von ſchlanken Bauwerken überhaupt, hängt von ihrer Biegungsfeſtigkeit, ihrer Maſſe, ſowie deren Verteilung der Höhe nach ab. Als die Pendellänge vertretend iſt diejenige Durchbiegung anzuſehen, welche eintreten würde, wenn das betreffende Bauwerk wagrecht gerichtet im Boden eingemauert wäre oder, was dasſelbe ſagt, wenn die Schwerkraft als wagrecht wirkend angenommen würde, worüber die Mitteilungen des Verfaſſers in der unten genannten Zeitſchrift[137]) Näheres enthalten. Bezeichnet man danach die Durchbiegung, welche infolge einer Einzellaſt am Ende eines elaſtiſchen Stabes entſteht (in Millim.) mit u_1 und die durch eine gleichmäßig verteilte Laſt, einſchl. des Eigengewichtes, ſich ergebende mit u_2, ſo iſt die Schwingungsdauer (in Sekunden)

$$t = \sqrt{0{,}0010252\, u_1 + 0{,}0031736\, u_2}\,.$$

Aus dieſem Ausdrucke ſind die Folgerungen zu ziehen, daß es zur Vermeidung von Schwingungen, welche zerſtörend wirken, rätlich iſt, ein hohes Gebäude in ſeinen oberen Teilen möglichſt leicht zu halten, ferner es aus Bauſtoffen mit tunlichſt hohem Elaſtizitätskoeffizienten, dieſen in Säulenhöhe nach Analogie der Reißlänge ausgedrückt, herzuſtellen, ſodann hohe Fenſter oder Schlitze, welche ein Zerlegen des Querſchnittes darſtellen und zu einer bedeutenden Verringerung des Biegungswiderſtandes, mithin Erhöhung der unter der gedachten Vorausſetzung wagrechter Einmauerung ſich berechnenden Durchbiegung führen, zu meiden, und endlich, daß maſſive Turmhelme der Stabilität abträglicher ſind als die weit leichteren hölzernen und namentlich eiſernen Gerüſte.

Selbſtverſtändlich iſt die Berechnung und ſonſtige Ermittelung von Durchbiegungen unter den gemachten Vorausſetzungen bei den meiſt nicht einfachen Formen der Turmbauwerke ſchwierig. Um indeſſen die unter einfachen Vorausſetzungen beſtehende Möglichkeit der Berechnung darzulegen, diene folgendes Zahlenbeiſpiel.

Es ſei der prismatiſche Teil eines quadratiſchen Turmes von 6 m äußerer und 4 m innerer Weite, bei durchweg 1 m ſtarken undurchbrochenen Mauern von einem Elaſtizitätskoeffizienten $E = 40\,000$ und einem Einheitsgewicht = 2, mithin einer Höhe H der den Elaſtizitätskoeffizienten vertretenden Säule $= \frac{40\,000}{0{,}2} = 200\,000$ m, 40 m hoch und darauf eine Spitze, welche ihrer Maſſe nach einer Höhe des prismatiſchen Teiles von 10 m entſpricht, ſo daß der Turm einer Mauerwerksſäule von insgeſamt 50 m Höhe in Bezug auf Stabilität, Maſſe und annähernd auch Maſſenverteilung gleich zu achten iſt. Wie groß iſt die Dauer einer Hin- und Herſchwingung?

Sehen wir von den vorauszuſetzenden Einzellaſten, z. B. den Glocken, als unerheblich gegen die Maſſe des Turmes, ab, nehmen alſo an, daß lediglich die Eigenmaſſe des Turmes zur Wirkung kommt, ſo iſt die in Rechnung zu bringende Durchbiegung

$$u_2 = \frac{5}{24} \cdot \frac{p\, l^3}{E\, J} \quad \text{oder, da } \frac{p}{E} = \frac{F}{H},\ u_2 = \frac{5}{24} \cdot \frac{F\, l^3}{H\, J},$$

worin F die wagrechte Querſchnittsfläche und J das Trägheitsmoment dieſer Fläche bezeichnet. In Ziffern iſt daher

[137]) Deutſche Bauz. 1885, S. 163; 1886, S. 549.

Digitized by Google

$$l = 5000 \text{ cm}, \quad F = 600^2 - 400^2 = 200\,000,$$
$$H = 20\,000\,000 \text{ cm},$$
$$J = \frac{1}{12}(600^4 - 400^4) = 8\,666\,700\,000;$$

fonach $$a_2 = 150{,}2 \text{ cm} = 1502 \text{ mm},$$

und es ift demnach die Dauer einer Doppelfchwingung

$$t = \sqrt{0{,}001176 \cdot 1502} = 2{,}181 \text{ Sekunden};$$

eine Einzelfchwingung dauert mithin 1,095 Sekunden, welche Dauer etwa der Schwingungsdauer einer Glocke vom Durchmeffer (vergl. die Formel auf S. 85)

$$D = G\,\frac{1{,}09^2}{\pi^2 \cdot 0{,}9864} = 1{,}225 \text{ m}$$

oder von $1{,}225^3 \cdot 478{,}6 = 873$ kg Gewicht entfpricht.

Ein Turm, wie der angenommene, würde fomit das Läuten einer einzelnen Glocke von 873 kg Gewicht, gewöhnliche Aufhängung vorausgefetzt, nicht ertragen können.

Mag die Annahme eines Elaftizitätskoeffizienten von 40 000 kg für 1 qcm oder $H = 200\,000$ m etwa für Mauerwerk aus weicherem Sandftein in Kalkmörtel gelten, fo würde für Granit ein Elaftizitätskoeffizient von 224 600 bis 454 000 kg oder beim Einheitsgewicht von 2,50 bis 3,05 von $H =$ 900 000 bis 1 500 000 m fich ergeben[138]).

Da die Schwingungsdauer in umgekehrtem Verhältniffe der Wurzelwerte von H fteht, fo würde für den foeben betrachteten Turm bei Herftellung aus Granit mit feinen Fugen die Schwingungszeit höchftens

$$t = \frac{2{,}183 \cdot \sqrt{200\,000}}{\sqrt{900\,000}} = 1{,}461 \text{ Sekunden}$$

betragen.

80. Schwingen der Glockenftühle.

Für den Beftand eines Glockenftuhles ift felbftverftändlich feine eigene Steifigkeit und die Ausfchließung eigener Pendelbewegungen von Bedeutung. Bei niedrigen Glockenftühlen oder -Gebälken von kleiner Spannweite kann bei ftatifch ausreichender Tragfähigkeit ohne weiteres eine genügende Steifheit als vorhanden angenommen werden, während dies für hohe oder weit gefpannte Stühle oder Gebälke in jedem einzelnen Falle der Unterfuchung bedarf.

Eine folche für den Glockenftuhl der *Gertruden*-Kirche in Hamburg geführte Berechnung ergibt für die oberfte Aufhängeftelle eine Durchbiegung von nicht ganz 4 mm und fomit eine Schwingungsdauer von etwa $^1/_4$ Sekunde, fo daß durch die Schwingung auch der kleinfte Glocke, welche bei 1,16 m Durchmeffer zum Hin- und Herwege 2,128 Sekunden gebraucht, eine allmähliche Steigerung der Schwingungsamplitude des Stuhles nicht entftehen kann.

81. Stühle für feft-hängende Glocken.

Für feftliängende Glocken handelt es fich nur um lotrechte Unterftützung; die Stühle für folche können daher fehr einfach konftruiert fein. Vor der erft in den letzten Jahrzehnten allgemein gewordenen Anwendung des Schmiedeeifens hat man folche Glockenftühle, wie auch diejenigen für Turmuhren, mehrfach aus Gußeifen hergeftellt, und es findet fich ein folcher Stuhl in der Louifenftädtifchen Kirche zu Berlin[139]) und im Turme des Parlamentshaufes zu London[140]).

Eine befondere Läutevorrichtung mittels frei fchwingenden Klöppels innerhalb der feftftehenden Glocke wendet nach der unten genannten Quelle[141]) *Scheuren* in Bracht bei Kaldenkirchen an.

---

[138]) Siehe: Civiling. 1877, S. 379.
[139]) Siehe: Zeitfchr. f. Bauw. 1861, S. 479.
[140]) Siehe: Dr SISON, E. B. *Treatife on clocks, watches and bells.* 4. Aufl. London 1862.
[141]) Deutfche Ind.-Ztg. 1888, S. 388.

Digitized by Google

Literatur

über „Glockenſtühle".

The hanging of church bells. Builder, Bd. 10, S. 251, 331.
Montage des cloches et conſtruction des beffrois. Revue gén. de l'arch. 1855, S. 318, 365.
On ſome alterations in bells and bell machinery. Builder, Bd. 13, S. 159.
SMITH, C. H. *On the forms, methods of caſting, and ringing of large bells. Builder,* Bd. 14, S. 11.
DENISON, E. B. *Of bells and the mode of ringing them. Builder,* Bd. 14, S. 88, 164.
Forms and muſical properties of bells. Builder, Bd. 14, S. 144.
LUKIS, W. C. *An account of church bells; with ſome notices of Wiltſhire bells and bell-founders.* London u. Oxford 1857.
OTTE, H. Glockenkunde. Leipzig 1858.
ELLACOMBE, H. T. *Practical remarks on belfries and ringers.* London 1859.
STEIN. Glockenſtuhl von Eiſen in der Kloſterkirche in Berlin. Zeitſchr. f. Bauw. 1860, S. 486.
Glockenſtuhl der St. Nicolaus-Kirche zu Innsbruck. Zeitſchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1860, S. 357.
Beſchreibung des Verfahrens bei Aufhängung der Glocken im Thurm des Weſtminſter-Palaſtes. Zeitſchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1861, S. 191.
Regeln für die Anlage von Glockenhäuſern. Zeitſchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1861, S. 461.
Ueber das Aufhängen der Glocken. HAARMANN's Zeitſchr. f. Bauhdw. 1861, S. 59.
Ueber Glockenſtühle und Aufhängen der Glocken. HAARMANN's Zeitſchr. f. Bauhdw. 1863, S. 85, 101.
Die Glockenſtühle von POZDECH in Peſth. HAARMANN's Zeitſchr. f. Bauhdw. 1863, S. 219.
Glockenguß und Aufhängevorrichtung, nach MAILLARD. Zeitſchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1864, S. 370.
Égliſe de Maſny. Beffroi. Gaz. des arch. et du bât. 1864, S. 53.
Glockenläutevorrichtung, von RITTER in Trier. Zeitſchr. f. Bauw. 1865, S. 373.
SPERLING, J. H. *Church bells: their antiquities and connexion with architecture. Builder,* Bd. 23, S. 241, 254.
Bells and wood-work. Builder, Bd. 25, S. 642.
ORTH. Haben ſich eiſerne Glockenſtühle bewährt und wo iſt etwas darüber veröffentlicht? Zeitſchr. f. Bauw. 1868, S. 307.
Ritter's patentirte Glockenaufhängung. HAARMANN's Zeitſchr. f. Bauhdw. 1868, S. 37.
Aufhängung der Glocken nach *Ritter*'ſcher Methode. Deutſche Bauz. 1869, S. 99.
JAEHN. *Ritter*'s patentirte Glockenaufhängung. Baugwks.-Ztg. 1869, S. 47.
Antifriktionslager für Glocken. Deutſche Bauz. 1871, S. 215.
KÖPCKE. Ueber eiſerne Glockenſtühle. Prot. d. ſächſ. Ing.- u. Arch.-Ver. 1871, S. 58.
RAU, E. Glockengießerkunſt. Allg. Bauz. 1872, S. 330.
KECK. Berechnung ſchmiedeeiſerner Glockenſtühle. Zeitſchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1872, S. 638.
GUGITZ, G. Neue und neueſte Wiener Bauconſtructionen etc. Wien. — Nr. 65: Eiſerner Glockenſtuhl für die 5590 kg ſchwere Glocke der Votivkirche.
Belfries and bells. Builder, Bd. 31, S. 21.
Bells and bell-cages. Builder, Bd. 31, S. 170.
LUND, G. *On bells, and modern improvements for chiming and carillons. Builder,* Bd. 32, S. 201.
The bells and carillon machine, Worceſter cathedral. Builder, Bd. 32, S. 238.
Suspenſion de cloche à Narbonne. Revue gén. de l'arch. 1875, S. 241 u. Pl. 52.
Achſendrücke ſchwingender Glocken. Deutſche Bauz. 1875, S. 238.
Something about church bell-hanging, and the vibration of bell-towers. Builder, Bd. 33, S. 33.
VISSER, J. E. Einiges über das Aufhängen von Thurmglocken. Baugwks.-Ztg. 1875, S. 780; 1876, S. 6.
VELTMANN. Ueber die Bewegung einer Glocke. Polyt. Journ., Bd. 220, S. 481.
OTZEN, J. Die St. Johanniskirche in Altona. c, 1) Glockenſtuhl und Glocken. Zeitſchr. f. Bauw. 1877, S. 13.
The new bells and bell-cage, St. Paul's cathedral, London. Builder, Bd. 36, S. 1066.
Bells and bellfounding; a practical treatiſe upon church bells. By X. Y. Z. Briſtol 1879.
Der Lambertithurm zu Münſter. Wochbl. f. Arch. u. Ing. 1879, S. 255.
KÖPCKE. Mittheilungen über die Conſtruction und Stabilitätsverhältniſſe eines auf dem Thurme der Kirche zu Neuenkirchen bei Osnabrück in Ausführung gebrachten eiſernen Glockenſtuhles. Mitth. d. Sächſ. Ing.- u. Arch.-Ver. 1879, S. 132.

Digitized by Google

Bells. Iron, Bd. 14, S. 45, 138.
VELTMANN, V. Die Kölner Kaiferglocke etc. Bonn 1880.
Bell-mounting. Engineer, Bd. 49, S. 283.
ADLER, F. Das Münfter zu Freiburg i. Br. Deutfche Bauz. 1881, S. 505.
STÜVE. Wiederaufbau der Thurmfpitze der St. Katharinen-Kirche zu Osnabrück im Jahre 1880. Zeitfchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1882, S. 21.
DORNBLÜTH. Glocken-Auflager mit wälzender Bewegung der Axe. Deutfche Bauz. 1884, S. 567.
HEHL, CH. Dreifaltigkeits-Kirche zu Hannover. Zeitfchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1884. S. 443.
Kirche zu Kaffob. Deutfches Baugwksbl. 1885, S. 677.
Ueber Glocken und Glockenftühle. Wochfchr. d. öft. Ing.- u. Arch.-Ver. 1886, S. 346.
Das Aufhängen der Glocken nach dem Syftem *Collier*. Baugwks.-Ztg. 1886, S. 906.
Hamburger Kirchen. Deutfche Bauz. 1887, S. 566, 578, 590.
KALL, C. St. Gertrud in Hamburg etc. Hamburg 1888.
Der Neubau der Kirche zum heiligen Kreuz in Berlin. Centralbl. d. Bauverw. 1888, S. 467. Deutfche Bauz. 1889, S. 345, 381.
HEHL, CH. Die katholifche Pfarrkirche zu Harfum. — Der eiferne Glockenftuhl. Zeitfchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1888, S. 362.
Ein neues Läutewerk für Kirchthurmglocken. Baugwks.-Ztg. 1889, S. 608.
St. James's church, Great Grimsby, Lincolnfhire. Building news, Bd. 59, S. 818.
Conftruction of bells. American machinift 1890, S. 11.
Suspenfion de la cloche „La Savoyarde". Le génie civil, Bd. 28, S. 93.
WOLFF, C. Appuns Victoria-Glocken. Centralbl. d. Bauverw. 1897, S. 562.
Der neue Glockenftuhl des Ulmer Münfter. Deutfche Bauz. 1898, S. 137.
HERTLEIN, W. *Kurtz*'fche Aufhängungsweife für Glocken. Deutfche Bauz. 1899, S. 394.
PFLUGSCHMID, O. Die Bauart und Akuftik der Glockenftuben. Deutfche Bauhütte 1900, S. 118.

Digitized by Google

Handbuch der Architektur.

III. Teil:

DIE HOCHBAUKONSTRUKTIONEN.

FÜNFTE ABTEILUNG.

VERSCHIEDENE BAULICHE ANLAGEN.

Digitized by Google

Allgemeines.

In Abteilung III und IV des III. Teiles dieſes „Handbuches“ (Teil III, Band 2, Heft 1 bis 5 und Band 3, Heft 1 bis 5, ſowie in den vorhergehenden Kapiteln des vorliegenden Heftes wurden die „Raumbegrenzenden Konſtruktionen“ beſprochen, ſowie diejenigen, welche dem „Inneren Ausbau“ angehören. Außer dieſen gibt es noch eine Anzahl zum Teile wichtiger konſtruktiver Anlagen, welche entweder beide genannte Gruppen betreffen oder ſich in keine derſelben einreihen laſſen. Dieſe ſollen im nachſtehenden unter der gemeinſamen Überſchrift „Verſchiedene bauliche Anlagen“ als Abteilung V vorgeführt werden. Es werden dazu gezählt:

1) Sicherungen gegen Feuer (Abſchn. 1, Kap. 1).
2) Blitzableiter (Abſchn. 1, Kap. 2).
3) Sicherungen gegen die Wirkung von Bodenſenkungen und Erderſchütterungen (Abſchn. 1, Kap. 3).
4) Stützmauern (Abſchn. 2, Kap. 1).
5) Terraſſen und Perrons (Abſchn. 2, Kap. 2).
6) Freitreppen und äußere Rampen (Abſchn. 2, Kap. 2).
7) Befeſtigung der Bürgerſteige und Hofflächen (Abſchn. 3, Kap. 1).
8) Vordächer (Abſchn. 3, Kap. 2).
9) Eisbehälter und Anlagen mit künſtlicher Kälteerzeugung (Abſchn. 3, Kap. 3).

Digitized by Google

1. Abfchnitt.

Sicherungen gegen Feuer, Blitzfchlag, Bodenfenkungen und Erderfchütterungen.

Von E. SPILLNER.

1. Kapitel.

Sicherungen gegen Feuer.

Die Beantwortung der Frage, wie die Gebäude gegen Feuer gefchützt werden follen, hat in den letzten Jahrzehnten erhebliche Fortfchritte gemacht. Die Anfichten über die Bewährung der natürlichen Steine, des Holzes und des Eifens, fowie zahlreicher künftlich zufammengefetzter feuerficherer Bauftoffe klären fich allmählich. Namentlich hat hierzu die im Februar 1893 vorgenommene Prüfung feuerficherer Baukonftruktionen beigetragen. Die Stadt Berlin hatte ein zum Abbruche beftimmtes Haus zur Verfügung der Berliner Feuerwehr geftellt. In diefes wurden als feuerficher bezeichnete Bauftoffe und Fabrikate eingebaut und durch Entzündung eines Brandes auf ihren Wert geprüft[142]).

Im nachftehenden follen die Sicherungen gegen Feuer, welche einerfeits in geeigneter Wahl der Bauftoffe und Konftruktionen, andererfeits in Löfcheinrichtungen für den Fall eines ausgebrochenen Brandes beftehen, im Zufammenhange betrachtet werden[143]). Vorher wollen wir jedoch noch zwei wichtige preußifche Miniferial-Erlaffe erwähnen, in denen eine Fülle allgemein zu beachtender Vorfchriften über feuerfichere Bauweife niedergelegt ift:

1) Erlaß vom 18. März 1891, betr. Einrichtung von Theatern, Zirkusgebäuden und öffentlichen Verfammlungsräumen.

2) Erlaß vom 6. Mai 1901, enthaltend: Beftimmungen für Gebäude, welche ganz oder teilweife zur Aufbewahrung einer größeren Menge brennbarer Stoffe beftimmt find. (Warenhäufer, Gefchäftshäufer u. f. w.). —

Beide zu beziehen von der Reichsdruckerei in Berlin.

Um Mißverftändniffe auszufchließen, foll bemerkt werden, daß im nachftehenden als „feuerficher“ folche Stoffe bezeichnet werden, welche lange Zeit dem Feuer Widerftand leiften; als „unverbrennlich“ diejenigen, die auch in ftärkften Feuerbrünften keine wefentliche Veränderung erleiden.

[142]) Wir werden mehrfach auf den hierüber von *Stade & Reichel* erftatteten Bericht zurückkommen und ihn kurz als „Bericht über den Berliner Verfuchsbrand 1893“ bezeichnen. Auszüge aus diefem Berichte finden fich in: Centralbl. d. Bauverw. 1893, S. 75. — Deutfche Bauz. 1893, S. 87.

[143]) Siehe auch die „Normale Bauordnung“ von BAUMEISTER (Wiesbaden 1881), § 18 u. 19 (S. 30–32).

Digitized by Google

a) Feuerſicherheit der wichtigeren Bauſtoffe und Baukonſtruktionen.

82. Natürliche Steine.

Bisher nahm man vielfach an, daß der Maſſivbau, gleichviel ob natürliches oder künſtliches Steinmaterial[144]) verwendet wird, einen ausgezeichneten Schutz gegen Feuer gewähre. Erſt die Brände von Straßburg und Paris 1870 und 1871 haben dieſe Zuverſicht gewaltig erſchüttert. So hat ſich z. B. der viel verwendete franzöſiſche Kalkſtein *(Calcaire groſſier)*, welcher auch in Deutſchland nicht ſelten Eingang findet, gänzlich ungeeignet gezeigt, dem Feuer Widerſtand zu leiſten. Franzöſiſche Architekten ſchreiben dies der „Näſſe“ desſelben zu[145]), indem ſie annehmen, daß beim Erhitzen des Steines eine ſchnelle Ausdehnung des eingeſchloſſenen Waſſers erfolgt, welches ſich ſchließlich in Dampf verwandelt und ſo den Stein zerſprengt. Auch in Deutſchland iſt die Anſicht vertreten, daß hygroſkopiſche Steine wenig feuerbeſtändig ſeien. Indeſſen dürften die Poren, welche das Waſſer ſo bereitwillig eingelaſſen haben, dieſem und dem ſich bildenden Dampfe genügend ſchnellen Ausgang geſtatten. Wir werden daher die Hauptzerſtörungsurſachen in zwei anderen Faktoren zu ſuchen haben:

1) in der chemiſchen Veränderung des ganzen Steines oder einzelner Teile desſelben und

2) in der verſchiedenartigen Ausdehnung der letzteren.

Eine chemiſche Veränderung erleiden alle diejenigen Steine, welche Kohlenſäure enthalten, die ſie beim Erhitzen abgeben und dadurch zerfallen oder wenigſtens an Feſtigkeit verlieren.

Hierher gehören die Kalkſteine, Mergel und Dolomite, ferner diejenigen Sandſteine, in denen Kalk oder Mergel als Bindemittel vorkommt. Durch ungleiche Ausdehnung werden die grobkörnigen Granite und Syenite zerſtört. Es iſt bekannt, daß man zum Sprengen von Granitblöcken noch heute das ſog. Feuerſetzen anwendet, wobei aber der Stein ſeine Feſtigkeit völlig einbüßt. Ferner iſt die geringe Feuerbeſtändigkeit der in der Mark Brandenburg vielfach verwendeten Feldſteine (Granitfindlinge) mehrfach beobachtet worden. Hingegen ſind als feuerbeſtändig zu erachten: diejenigen Sandſteine, welche quarziges Bindemittel enthalten; ferner Serpentin, Glimmerſchiefer, Chloritſchiefer, Tonſchiefer; am meiſten Trachyt, harte Baſaltlava und Bimsſtein. Sog. Kunſtſtein hat ſich ebenfalls im Brande gehalten[146]).

83. Backſteine.

Viel beſſer als der natürliche Stein bewährt ſich der Backſtein[147]), ſo daß *Viollet-le-Duc* nach dem Brande von Paris vorſchlug, Quadermauern nicht mehr, wie bisher, mit Bruchſteinen, ſondern mit Ziegeln zu hinterblenden, da die Hauptgefahr für die Faſſadenmauern nicht von außen, ſondern von innen komme. Noch ſicherer wird das Verfahren ſein, zwiſchen der Backſteinverblendung und dem Quadermauerwerk eine Luftſchicht zu laſſen.

Beim Brande der Stärkefabrik zu Salzuflen (1881) zeigte es ſich, daß die aus Backſteinmauerwerk hergeſtellten Teile der Umfaſſungswände der Glut zu trotzen vermochten, während das Bruchſteinmauerwerk, obgleich bedeutend dicker, gänzlich vom Feuer zerſtört worden war[148]).

Ebenſo waren nach dem Brande des Rathauſes zu Aachen (1883) die aus dem tonhaltigen Udelfanger Sandſtein erbauten Zinnen von Kreuz- und Querriſſen durchzogen und Stufen von ſog. Blauſtein (Kalkſtein) in Ätzkalk verwandelt; hingegen hatten die nur 1 Stein ſtarken Backſteingewölbe des hiſtoriſchen Krönungsſaales dieſen vollkommen gegen die Glut und den Zuſammenbruch des hohen, hölzernen Dachſtuhles geſchützt.

Allein auch die Backſteine ſind in ihrem Verhalten ſehr verſchieden; namentlich ſind diejenigen leichter zerſtörbar, welche Kalkteile enthalten. Geradezu un-

[144]) Siehe Teil I, Bd. 1, erſte Hälfte (Abt. I, Abſchn. 1, Kap. 1: Stein) dieſes „Handbuches“.

[145]) Siehe: *Gaz. des arch. et du bât.*, 1872, S. 134.

[146]) Siehe: Deutſche Bauz. 1888, S. 151.

[147]) Siehe Teil I, Bd. 1, erſte Hälfte (Abt. I, Abſchn. 1, Kap. 1: Stein, ſowie Kap. 2: Tonerzeugniſſe) dieſes „Handbuches“.

[148]) Siehe: Deutſche Bauz. 1883, S. 226.

Digitized by Google

verbrennlich sind die sog. feuerfesten Steine[149]), daher als Auskleidung von Feuerungen vorzugsweise gebraucht. Bei ihrem keineswegs hohen Preise eignen sie sich sehr gut zur Überwölbung von Treforen, Archiven etc., und man muß es bedauern, daß sie für Hochbauzwecke bisher so wenig Verwendung gefunden haben.

84. Asphalt, Gips, Ton, Zement, Korkstein, Asbest.

Natürlicher Asphalt (*Seyssel* oder *Val de Travers*[150]) ist trotz seines Bitumengehaltes als feuersicher zu erachten. Holzfußböden, mit 2 cm starker Asphaltlage überdeckt, haben von herabfallendem Feuer nicht gelitten. Künstlicher Asphalt hat diese Eigenschaft in geringerem Grade.

Gips[151]) ist eines der besten Feuerschutzmittel. Beim Brande von Paris haben Kalksteinmauern, welche im Inneren mit Gips überzogen waren, an dieser Seite wenig gelitten, während sie im Äußeren stark beschädigt waren; ebenso haben sich Gipsdecken gut bewährt.

Nach den Versuchen von *Hardwick* in London haben 8 cm starke Gipsplatten, welche an die untere Fläche hölzerner Balkendecken angeschraubt waren, diese gegen den Brand darunter gestellter Teertonnen vollkommen geschützt. — *A. & O. Mack* in Ludwigsburg verfertigen „Gipsdielen", eine besonders präparierte Gipsmasse, welcher poröse und fest bindende Stoffe (Haare, Federn etc.) beigemischt sind[152]). *Katz* in Stuttgart hat sog. „Spreutafeln" konstruiert, ein Gemisch von Spreu, Gips, Kalk, Leimwasser und Haaren. Von *Giraudi, Brunner & Co.* in Mühlhausen sind „Schilfbretter" erfunden, aus Gips mit eingelegtem Schilfrohr bestehend. Alle drei Materialien, von denen bereits in Teil III, Band 2, Heft 1 dieses „Handbuches" die Rede war, eignen sich zu feuersicheren Bekleidungen von Holzwerk, leichten Zwischenwänden etc. — Die Feuersicherheit der von *Rabitz* in Berlin erfundenen Konstruktion, bekanntlich ein Drahtgewebe mit einem Mörtelbewurf, welcher zur Hälfte aus Kalk, zur Hälfte aus Gips mit Zusatz von Leimwasser und Haaren besteht, beruht im wesentlichen auf der Feuersicherheit des Gipses.

Einen feuersicheren Mörtel, wie er z. B. zum Vermauern der Schamottesteine gebraucht wird, gibt feuerfester Ton mit Schamottemehl gemischt. Für gewöhnliche Feuerungsanlagen genügt Lehm als Bindemittel, welcher auch vielfach zum Aufmauern von Schornsteinen, Brandmauern und Feuerschutzmauern angewendet wird. Zement leistet dem Feuer bedeutenden Widerstand; erst bei lange anhaltendem Brande verliert er seine Festigkeit[153]).

Hieraus erklärt sich die Feuersicherheit der von *Monier* erdachten Konstruktion, welche, wie bekannt, aus Zementmörtel mit eingelegtem Geflecht von Eisenstäben besteht, ebenso diejenige der Zementdielen.

Korkstein brennt nicht mit heller Flamme, sondern schwelt nur; das Schwelen hört sofort auf, wenn das Feuer auf die Masse nicht mehr einwirkt.

Asbest ist ein vorzügliches Feuerschutzmittel. Es wird verwendet in der Form von Asbestzement, welcher aus kiesel- und kohlensäurehaltigen Rohmaterialien, Graphit, Asbest und einem Bindemittel besteht; ferner als Asbestfarbe zum Imprägnieren von Stoffen. Über beide Anwendungen werden wir noch sprechen.

85. Holz.

Holz[154]), welches längere Zeit einer Hitze von mehr als 100 Grad C. ausgesetzt ist, entzündet sich leicht, wie dies bei der Verkleidung einer Heißwasserheizung beobachtet ist[155]); auch vermindert sich seine Tragfähigkeit. Harzige Hölzer brennen viel schneller als andere, weiche schneller als harte; Eichenholz bietet also größere Sicherheit als Kiefern- und Tannenholz. Die gefährlichste Eigenschaft des Holzes ist die, daß es das Feuer schnell verbreitet und ihm zugleich neue Nahrung zuführt; dennoch setzen starke Hölzer dem Feuer lange

[149]) Siehe Teil I, Bd. 1, erste Hälfte (Abt. I, Abschn. 1, Kap. 2: Tonerzeugnisse) dieses „Handbuches".
[150]) Siehe ebendas. (Abt. I, Abschn. 2, Kap. 3: Asphalt) — ferner: Deutsche Bauz. 1870, S. 83.
[151]) Siehe ebendas. (Abt. I, Abschn. 1, Kap. 3, g: Gipsmörtel).
[152]) Bewährt beim Berliner Versuchsbrande 1893.
[153]) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1896, S. 246.
[154]) Siehe Teil I, Bd. 1, erste Hälfte (Abt. I, Abschn. 1, Kap. 5: Holz) dieses „Handbuches".
[155]) Siehe: Annalen f. Gewbe. u. Bauw., Bd. 18, S. 217.

Digitized by Google

Widerſtand entgegen, ehe ſie brechen. Namentlich iſt dies von hölzernen Pfeilern und Säulen zu ſagen. *Shaw*, der Kommandant der Londoner Feuerwehr, behauptet, niemals geſehen zu haben, daß ſtarke Holzpfeiler gänzlich zerſtört wurden; er rechnet daher hölzerne Freiſtützen zu den feuerſicheren Konſtruktionen.

Theoretiſch iſt dies ſo zu erklären. Die Flamme hat unter normalen Verhältniſſen ihre Richtung ſtets nach oben. In einer feuerbedeckten Fläche nimmt daher der Pfeiler nur einen Raum ein, der ſeinem Querſchnitte entſpricht, während der wagrecht liegende Balken auf ſeine ganze Länge vom Feuer berührt wird.

Holz iſt überhaupt nur da leicht verbrennlich, wo es von unten her vom Feuer erreicht wird, und dies auch nur dann, wenn die Flamme ungehindert neben demſelben nach oben vordringen kann oder, wie man ſich volkstümlich ausdrückt, Zug nach oben hat. Decken, in denen Balken dicht an Balken liegt und bei denen die Fugen zwiſchen denſelben durch hölzerne Dübel geſchloſſen werden, haben ſich durchaus feuerſicher gezeigt[156]). Die Sicherheit verſchwindet aber ſofort, wenn der geringſte Luftzug durch die Decke ſtattfindet. Im Hauptniederlagegebäude am Zollhafen in Cöln haben die Fußböden der drei oberen Geſchoſſe einen doppelten Holzbelag von je 3 cm Stärke mit zwiſchengelegter Iſoliermaſſe erhalten[157]).

Hölzerner Belag auf maſſiven Treppen verkohlt bei herabfallendem Feuer wohl langſam, verbrennt aber nicht. Feuerſicheres Holz wird in Amerika durch Entziehen der Säfte und Einpreſſen einer geſättigten Löſung von gewiſſen Salzen hergeſtellt[158]).

86. Glas. Fenſterglas ſpringt im Feuer, ebenſo Elektroglas; doch fallen bei letzterem angeblich keine Stücke heraus[159]). Drahtglas hat ſich beim Berliner Verſuchsbrande 1894 bewährt; es leitet aber die Wärme, weshalb man leicht entzündliche Gegenſtände von Drahtglasſcheiben in feuerſicheren Wänden mindeſtens 2 m entfernt halten muß.

87. Eiſen. Über die Feuerſicherheit des Eiſens[160]) hat man lange Zeit irrige Vorſtellungen gehabt. Auch hier kommt es, gerade wie beim Holze, darauf an, in welcher Art und Weiſe das Material den Flammen ausgeſetzt wird.

Einen Vorzug hat es unbedingt vor dem Holze: es führt dem Feuer keine neue Nahrung zu. Andererſeits ſteht es hinter demſelben darin zurück, daß es vermöge ſeiner Wärmeleitungsfähigkeit die Erhitzung auf ſeine ganze Länge überträgt, und ferner darin, daß ſeine Tragfähigkeit mit der Erhitzung bedeutend abnimmt.

Verſuche hierüber wurden von *Kollmann* in Oberhauſen durchgeführt. Es wurde ſehniges, feinkörniges Eiſen und Beſſemerſtahl bei fortwährend ſteigender Temperatur von 0 bis 1000 Grad C. Feſtigkeitsproben unterworfen, wobei ſich ergab, daß bis zu 100 Grad die Feſtigkeit der drei Metalle konſtant blieb und ſelbſt bei 200 Grad nur die Feſtigkeit des ſehnigen Eiſens ſich um 5 Vomhundert verminderte. Aber bei 300 Grad betrug die Feſtigkeit in allen drei Fällen 90 Vomhundert, bei 500 Grad nur 40 und bei 700 Grad nur mehr 20 Vomhundert der urſprünglichen. Dieſe Zahlen laſſen erkennen, daß überhitztes Eiſen nicht mehr im ſtande iſt, der gewöhnlichen Beanſpruchung zu widerſtehen[161]). Beſonders auffallend iſt die ſehr raſche Abnahme der Feſtigkeit zwiſchen 315 und 538 Grad C.

Bei den von *M. Möller & R. Lühmann* angeſtellten Verſuchen hat die Befürchtung, daß Schmiedeeiſen im Feuer erheblich ſchneller weich werde als Gußeiſen, ſich nicht beſtätigt. Viel-

[156]) Siehe: *Engineer*, März 1874.

[157]) Siehe: Deutſche Bauz. 1895, S. 129.

[158]) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1897, S. 310.

[159]) Siehe: Süddeutſche Bauz. 1900, S. 336. – Das Polizeipräſidium von Berlin hat unterm 19. Auguſt 1900 widerruflich die allgemeine Genehmigung erteilt, Elektroglas zur Verſchließung zuläſſiger Öffnungen in Brandmauern zu verwenden; ebenſo ſoll es mit dem Luxfer-Prismen-Glaſe gehalten werden.

[160]) Siehe Teil I, Bd. 1, erſte Hälfte (Abt. I, Abſchn. 1, Kap. 6: Eiſen und Stahl) dieſes „Handbuches“.

[161]) Vergl. auch ebendaſ. und Bd. 2, zweite Hälfte dieſes „Handbuches“.

Digitized by Google

mehr verhielt fich die Druckfeftigkeit des Schmiedeeifens im Feuer zu der des Gußeifens etwa ebenfo wie in kaltem Zuftande. Guß- und Schmiedeftützen verloren bei einfeitiger Rotglut etwa die Hälfte ihrer Feftigkeit, fchlanke Stützen fogar mehr[168]).

Noch fchlimmer, als die Abnahme der Tragfähigkeit, wirkt aber die Eigenfchaft des Eifens, fich bei gleichmäßiger Erhitzung ftark auszudehnen, bei ungleichmäßiger Erhitzung fich zu verdrehen. Eine Wärmezunahme von 50 Grad, wie fie bei unferem gewöhnlichen Temperaturunterfchied von — 20 bis + 30 Grad C. vorkommt, dehnt einen fchmiedeeifernen Träger von 6 m Länge bereits um etwa 4 mm aus, eine Wärmezunahme von 700 Grad C. jedoch um 61 mm [169]). Sorgt man nicht für die Möglichkeit, diefer Ausdehnung nachgeben zu können, fo wird fchon bei geringer Erhitzung eine ftarke Durchbiegung eintreten.

Es ift bereits in Teil III, Bd. 2, Heft 3 diefes „Handbuches“ bei Befprechung folcher Deckenkonftruktionen, bei denen Eifen zur Anwendung kommt, mehrfach auf diefen Umftand hingewiefen worden, und es wurden dafelbft verfchiedene Vorkehrungen angegeben. Eiferne Träger dürfen niemals an beiden Kopfenden feft eingemauert werden. Müffen fie zur Verankerung eines Gebäudes dienen, fo find die Löcher für die Ankerfchrauben — oder bei Rundeifen für das durchgefteckte Ankerende — nicht kreisrund, fondern länglich zu machen, damit bei etwa eintretender Erhitzung der Träger fich bewegen kann, ohne den Anker nebft dem Stirnmauerwerk herauszufchieben. Die Länge eines Loches muß der zu erwartenden Ausdehnung entfprechen. Selbftredend wirkt ein verankerter Träger, fobald er fich verlängert, nicht mehr als Anker.

Vor allen Dingen muß man darauf fehen, eiferne Konftruktionsteile gegen zu ftarkes Erhitzen zu fichern. In Backfteinen, oder noch beffer in Schwemmfteinen, bezw. in Beton ausgemauertes Eifenfachwerk hat fich gut bewährt (z. B. beim Brande von Straßburg 1870), da hier das Eifen zum größten Teile von einem fchlechten Leiter eingefchloffen ift. Viehftälle, über denen fich Heu- und Strohmagazine befinden, können unbedenklich auf I-Träger überwölbt werden, wenn man nur die Gewölbe bis zum Scheitel ausmauert und abpflaftert, fo daß die Träger von mehreren Backfteinfchichten überdeckt find. So blieben bei dem *v. Maffei*'fchen Brande in Stalltach[164]), wobei mit dem Dachftuhle etwa 8000 Zentner Futtervorräte verbrannten, die darunter befindlichen, auf I-Trägern ruhenden und bis zum Scheitel ausgemauerten Gewölbe des Viehftalles vollftändig unverändert, fo daß nach Abkühlung des Raumes das Vieh wieder eingeftellt werden konnte.

Schwieriger ift es im umgekehrten Falle, wenn obere Räume gegen den Brand von unten gefchützt werden follen. Einigen Schutz gewähren Kappengewölbe zwifchen eifernen Schienen oder Trägern, wo alfo nur der untere Flanfch von der Flamme getroffen werden kann. Ebenfo find von wagrechten Deckenkonftruktionen das Syftem *Lamy*, bei welchem der 72 cm weite Raum zwifchen den Trägern mit je drei hohlen Kaften von gebranntem Ton ausgefüllt wird, und das Syftem *Cartaux*, welches verzahnte Hohlziegel ftatt der Tonkaften verwendet, in diefer Beziehung zu empfehlen. In Amerika und England haben derartige Konftruktionen vielfach Anwendung gefunden[165]). Große Sicherheit wird vorausfichtlich das Syftem *Murat* bieten, welches ftatt der Wölbung zwifchen den Trägern gegoffenen Grobmörtel anwendet, der auch von unten her die Träger dick überzieht[166]).

Ganz fehlerhaft aber ift es, wie man es in Magazinen und Fabriken, die ganz mit Brennftoff gefüllt find, nicht felten findet, den die Kappenträger unterftützenden Hauptträger völlig frei zu legen, fo daß er ganz vom Feuer umfpült werden kann. *Wichcord* in London hat (angeblich bereits mit großem Erfolge) die fchmiedeeifernen Deckenbalken mit feuerfeftem Ton vollftändig umfchloffen; diefe Formfteine haben ein folches Profil, daß fie oben eine paffende Widerlagsform für die Gewölbe bilden. In Deutfchland ift diefe Sicherung beim Um- und Erweiterungsbau des Regierungsgebäudes zu Hildesheim in ausgedehntem Maße angewendet worden; die Träger wurden mit fog. „Flanfchziegeln“ umhüllt und zwifchen diefen die Kappen eingewölbt[167]). — *Rabitz*-Putz leiftet wohl dem Feuer, aber nicht dem Löfchwaffer Widerftand[168]). Beim Brande des *Alsberg*'fchen Waren-

[164]) Siehe: Verh. d. Ver. zur Bef. d. Gwbfl. in Preußen 1887, S. 598 — ebenfo: Centralbl. d. Bauverw. 1888, S. 286.

[165]) Siehe Teil I, Bd. 1, erfte Hälfte (Abt. I, Abfchn. 1, Kap. 6: Eifen und Stahl) diefes „Handbuches“. — Beim Berliner Verfuchsbrande 1893 haben Meffungen in verfchiedenen Räumen eine wahrfcheinliche Temperatur von 1000 bis 1300 Grad C. ergeben.

[166]) Siehe: Deutfche Banz. 1881, S. 359.

[167]) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1887, S. 435.

[168]) In Deutfchland angewendet u. a. im neuen Gerichtshaufe zu Frankfurt a. M. (Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1888, S. 274).

[169]) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1889, S. 202.

[170]) Siehe: Bericht über den Berliner Verfuchsbrand 1893.

Digitized by Google

hauſes in Oberhauſen ſoll ſich eine Ummantelung eiſerner Unterzüge (I-Träger NPr. 50 unter Holzbalkendecken) mit Drahtgeflecht und Gips doch bewährt haben[169]). — Ummantelungen der I-Träger und der ſie tragenden ſchmiedeeiſernen Stützen nach dem *Monier*'ſchen Patent ſind im Packhof und im Reichstagshauſe zu Berlin, ſowie im Hauptniederlagegebäude am neuen Zollhafen in Cöln ausgeführt. Auch Zementdielen, Gipsdielen und Asbeſt-Zementplatten bieten ein wirkſames Schutzmittel, falls man auf nicht zu hohe Hitzegrade zu rechnen hat.

Gußeiſen dehnt ſich zwar bei der Erhitzung weniger aus als Schmiedeeiſen[170]), kommt dafür aber eher zum Schmelzen.

Braidwood behauptete, gußeiſerne Säulen ſeien weniger feuerfeſter als hölzerne; glühend gewordene brächen zuſammen, ſobald man den Strahl der Feuerſpritze auf ſie richte. Sein Kollege *Shaw*[171]) verlangt daher in ſeinem Werke[172]), daß bei größeren Räumen zum Schutze der Feuerwehr jede vierte Säule durch einen Ulmen- oder Eichenpfoſten erſetzt und die übrigen gußeiſernen Säulen mit Putz überzogen werden.

Die Firma *Wight & Co.* in Chicago hat ein Patent auf die Konſtruktion einer eiſernen Säule genommen, welche einen Mantel von poröſer Terrakotta trägt[173]). — In Deutſchland ſind Umhüllungen von *Rabitz*- oder *Monier*-Putz verbreitet.

Reinhard in Hannover umhüllt die Säulen zunächſt mit einer Kieſelgurſchicht, um welche mehrere Stoffſchichten, z. B. Sägeſpäne, Stroh, Wollſtoff, Reiskaff, gelegt ſind, und ſchließlich mit einem äußeren Tonmantel. Der Ton verſintert im Feuer; die Stoffſchicht verbrennt zu Aſche. Verſuche ergaben, daß dieſe Iſolierhülle auch gegen die zerſtörende Wirkung der Löſchmittel ſchützt.

In jedem Einzelfalle hat ſich der Architekt zu unterrichten, ob und welche glutſichere Ummantelung von der Bauordnung, bezw. von der betr. Baubehörde verlangt wird.

Im Lagerhauſe der Ölfabrik zu Rothenburgsort ſind die gußeiſernen Säulen und die Walzeiſenunterzüge mittels 3,5 cm ſtarken Korkplatten mit 1 cm Luftſchicht umkleidet, mit verzinktem Draht und Drahtgewebe umſpannt und hierüber 1 cm ſtark mit Zementputz verſehen; letzterer iſt nochmals 1 bis 2 m hoch mit in Zement vergoſſenem Eiſenblech gegen Abſtoßen durch Transportkarren u. ſ. w. geſchützt[174]).

Über die Frage, ob glühende Säulen durch plötzliches Abkühlen mit Waſſer ſpringen, haben *Möller & Lühmann* Verſuche angeſtellt, wobei friſch gegoſſene Säulen verwendet wurden. Hierbei iſt ein Zerſpringen nicht zu erzielen geweſen. Da andererſeits nach Angabe der Berliner Polizeibehörde, nach Verſuchen von *Bauſchinger* (und, wie vorerwähnt, von *Braidwood* und *Shaw* beobachtet) die Tatſache nicht bezweifelt werden kann, ſo vermuten *Möller & Lühmann*, daß friſch gegoſſene Stücke ſich in dieſer Hinſicht anders verhalten als ältere, d. h. das Gußeiſen in derſelben Weiſe, wie es für Glas feſtgeſtellt iſt, mit der Zeit ſpröder wird.

Bei denſelben Verſuchen hat ſich gezeigt, daß eine Ausfüllung der Säule die Feſtigkeit bei Erhitzung weſentlich erhöht und namentlich, wenn ein Reißen ſtattfindet, ein Verſchieben der beiden Bruchſtücke nicht eintritt.

Hierzu wurde in die Achſe einer gußeiſernen Hohlſäule ein Gasrohr aus Schmiedeeiſen von 60 mm Querſchnitt eingebracht und der verbleibende Zwiſchenraum mit Zementmörtel ausgegoſſen. Dieſe Säule von 63,6 qcm Gußeiſenquerſchnitt zerbrach erſt durch Steigern der Laſt auf 99 400 kg oder auf 1 qcm 1563 kg; das Rohr war eben zuvor glühend geweſen und durch Anſpritzen an einer Seite teilweiſe abgekühlt. Noch vorteilhafter würde nach der Meinung derſelben Herren eine Ausfüllung mit Lehm, Ton oder Sand ſein, welche ſich hart brennen und, wenn einmal getrocknet, kein Waſſer enthalten. Zement hingegen verliert im Feuer an gebundenem Waſſer und erzeugt Dämpfe, welche, in Hohlräume eingeſperrt, gefahrbringend werden können[175]). — In engliſchen Magazinen hat man einen Luftzug durch die hohlen Säulen hergeſtellt, um ſo fortwährend eine Abkühlung herbeizuführen, ein Schutzmittel, welches ſich jedoch bei Gelegenheit eines Brandes wenig wirkſam erwieſen hat. Beſſer wird die in neueren engliſchen Entrepots getroffene Ein-

[169]) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1900, S. 193.

[170]) Siehe Teil I, Bd. 1, erſte Hälfte (Abt. I, Abſchn. 1, Kap. 6: Eiſen und Stahl) dieſes „Handbuches“.

[171]) Wie bereits erwähnt, der Kommandant der Londoner Feuerwehr.

[172]) *Fire furnys*. London 1872. S. 43.

[173]) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1887, S. 450.

[174]) Siehe: Deutſche Bauz. 1895, S. 390.

[175]) Siehe: Verh. d. Ver. zur Bef. d. Gwbfl. in Preußen 887, S. 600.

Digitized by Google

richtung ſich bewähren, welche Waſſer ſtändig durch die Säule zirkulieren läßt. Für Deutſchland möchte ſich dies wegen der Gefahr des Einfrierens weniger empfehlen.

Ungeſchützte ſchmiedeeiſerne Stützen ſind gegen Feuer noch weniger widerſtandsfähig als gußeiſerne. Ihre Tragfähigkeit ſchwindet bereits bei 600 Grad C. Eine innere Ausbetonierung hilft nach angeſtellten Verſuchen nur wenig; hingegen bewährt ſich auch hier eine Ummantelung aus feuerfeſtem Stoff (Korkſtein, Xylolith und Blech übereinander gelegt oder *Monier*-Bauart mit 4 cm dicken Wandungen[176]).

88. Wände.

In Bezug auf die feuerſichere Konſtruktion von Wänden, Decken, Fußböden, Dächern und Treppen müſſen wir auf die vorhergehenden Bände dieſes Teiles des vorliegenden „Handbuches“ verweiſen und wollen an dieſer Stelle nur einige Punkte hervorheben. Zunächſt hat man bei der Wahl der Konſtruktionen die Bau- und Feuer-Polizeiverordnung des Ortes oder Kreiſes genau zu beachten. Gegen dieſelbe anzukämpfen, iſt in den meiſten Fällen vergeblich, in allen Fällen zeitraubend. Unter den Wänden ſind ſolche Fachwerkkonſtruktionen beſonders feuergefährlich zu nennen, welche nicht ausgemauert, ſondern beiderſeitig mit Brettern bekleidet ſind, namentlich dann, wenn der ſo gebildete Hohlraum durch mehrere Geſchoſſe reicht[177]). Sind in jedem Geſchoß eine oder zwei durchgehende Verriegelungen angebracht, ſo iſt das ſchnelle Herabfallen des Feuers und Entſtehen von Zugluft gehindert[178]). Wo es darauf ankommt, freitragende Zwiſchenwände über größeren Spannweiten feuerſicher auszuführen, empfehlen ſich *Rabitz*- und *Monier*-Konſtruktion, auch Wellblechwände, jedoch nur dann, wenn ſie mit feuerſicherem Putz überzogen ſind, der am beſten auf Drahtgewebe befeſtigt wird.

Die Wände von Perſonenaufzügen, Fahrſtühlen und Lüftungsſchächten ſoll man möglichſt feuerſicher herſtellen. Laſſen ſie ſich nicht maſſiv oder in den vorgenannten Konſtruktionen ausführen, ſo iſt die Bretterbekleidung mit Zink- oder Eiſenblech zu beſchlagen. Derartige Wände ſind mindeſtens 0,50 m über das Dach hinauszuführen, damit nicht die von unten heraufſchlagende Flamme das Dach ergreife oder umgekehrt, ſobald das Dach brennt, Stücke in die unteren Räume herabfallen können[179]).

Das Ausnutzen des zwiſchen gebrochenen Treppenläufen verbleibenden Raumes durch einen Aufzug iſt verwerflich, weil mit dem als Schlot wirkenden Aufzugsſchacht Flammen und Rauch zugleich auch das Treppenhaus unbenutzbar machen.

Lichtöffnungen in feuerſicheren Zwiſchenwänden kann man mit Drahtglas ſchließen; doch iſt hierbei die in Art. 86 (S. 115) empfohlene Vorſicht anzuwenden.

Durch den Maſſivbau von Umfaſſungswänden ſoll teils das Entzünden von außen, teils ein raſcher Zuſammenſturz des brennenden Gebäudes verhindert werden; deshalb wird in manchen Städten gefordert, daß auch vorſpringende Bauteile, wie Balkone, Erker, Vordächer, Hauptgeſimſe etc., feuerſicher herzuſtellen ſind. In einem ſolchen Falle müſſen Stein oder Metall verwendet, etwaige Holzkonſtruktionen mit Blech, Schiefer oder Putz bekleidet werden. Hölzerne Hauptgeſimſe erſcheinen beſonders geeignet, einen ausgebrochenen Brand zu verbreiten; ſie ſind deshalb in manchen Ländern für ſtädtiſche Gebäude verboten. Kommen ſie zur

---

[176]) Siehe: Vergleichende Verſuche über die Feuerſicherheit von Speicherſtützen. Kommiſſionsbericht, erſtattet im Auftrage des Hamburger Senates. Hamburg 1895. Im Auszug mitgeteilt in: Centralbl. d. Bauverw. 1896, S. 247. — Deutſche Bauz. 1895, S. 276.

[177]) Vergl. über den Brand des Gaſthofes „Kaiſerhof“ in Berlin: Zeitſchr. f. Bauw. 1877, S. 167.

[178]) Siehe auch die „Normale Bauordnung“ von Baumeiſter (Wiesbaden 1881), § 28 (S. 44): Schächte; § 20: Siehe Umfaſſungswände, ſowie § 23 (S. 37): Vorſpringende Bauteile.

[179]) Siehe ebendaſ.

Digitized by Google

Anwendung, ſo ſollte man ſie ſtets auf etwa 1 m Abſtand von der Nachbargrenze feuerſicher bekleiden.

Zur Herſtellung feuerſicherer Räume in bereits beſtehenden Gebäuden eignen ſich *Rabitz*- und *Monier*-Bauweiſe, Zement- und Gipsdielen, auch Platten von Asbeſt-Zement. Tonplatten, bei welchen der Ton vor dem Brennen mit Sägeſpänen gemiſcht iſt, haben in Amerika ausgedehnte Anwendung gefunden, namentlich zu Scheidewänden und Verkleidungen. Sie bieten dem Putz eine günſtige Oberfläche und halten eingeſchlagene Nägel ſo gut feſt wie Holz.

89. Decken.

Hölzerne Decken ſind um ſo feuergefährlicher, je leichter ſie dem Feuer Durchzug von unten nach oben gewähren. Decken ohne Putz und Stakung verbreiten daher die Gefahr am ſchnellſten. Die am Rhein, in Belgien, England und Amerika üblichen Bohlenbalken, welche ſogar vielfach ohne Stakung und mit ungeſpundeten Fußböden ſich vorfinden, ſtehen den vollen Balken nach, da ſie in kurzer Zeit von der Flamme zerſtört werden. Überfüllen der Staken mit Strohlehm bis zur Oberkante der Balken, wobei die durch das Trocknen des Lehms entſtandenen Riſſe vor dem Legen des Fußbodens mit feinem Sande ausgefüllt werden, iſt in dieſer Beziehung beſſer als das Überfüllen mit Schutt oder Schlacke.

Balkendecken mit Lehmeſtrich haben ſich bei Bränden in Magdeburg vorzüglich gehalten [180]).

Einen weſentlichen Schutz bietet der Deckenputz, namentlich dann, wenn der Mörtel viel Gips enthält, wobei wiederum der Putz auf Latten (Spalierputz) ſich beſſer hält als Rohrputz auf Schalung.

Bei angeſtellter Probe hat ſich der *Rabitz*'ſche Deckenputz auf Drahtgewebe vorzüglich bewährt. Nach halbſtündigem lebhaften Brande war derſelbe unverſehrt; über der Decke gelagerte Hobelſpäne zeigten ſich unverändert. Mehrere Brände haben die Feuerſicherheit beſtätigt.

Als höchſt feuergefährlich ſind hölzerne Nachahmungen gewölbter Decken zu bezeichnen, da das Feuer im Hohlraume zwiſchen den Holzwölbungen und der darüber befindlichen Balkenlage infolge des entſtehenden Luftzuges ſich ſchnell ausbreitet. Ein Beiſpiel hierfür bot der Brand der *Buſſe*'ſchen Reſtaurationsräume in Berlin.

Gewölbte Decken ſind feuerſicher, wenn das Material derſelben feuerbeſtändig iſt. Gute Backſteine werden hierbei meiſtens genügen; will man völlige Sicherheit haben, ſo muß man zu Schamottеſteinen greifen [181]). Luftſchichten in Gewölben haben ſich im folgenden Falle bewährt.

Bei einem großen Brande, der auch das Dach eines Eishauſes zerſtörte, blieb ſein Gewölbe, ſowie das darunter liegende Eis unverſehrt. Erſteres beſtand aus zwei übereinander liegenden, $1/2$ Stein ſtarken Kappen, welche eine 13 cm ſtarke Luftſchicht einſchloſſen [182]).

Kleine'ſche Decken, beſtehend aus rheiniſchen Schwemmſteinen zwiſchen hochkantig geſtellten Bandeiſen in Zementmörtel ſind als feuerſicher zu bezeichnen [183]).

Bei den Fußböden auf Lagerhölzern hat man darauf zu achten, daß ſie mit unverbrennlichem Material gut unterſtopft werden. Sind Gründe vorhanden, eine ſolche Ausfüllung nicht vorzunehmen, ſo dürfen Hobelſpäne in den Hohlräumen durchaus nicht liegen bleiben, wie es z. B. beim abgebrannten Hauptgebäude der Hygiene-Ausſtellung in Berlin 1882 feſtgeſtellt worden iſt. Holzfußboden auf maſſiver Decke, dicht ſchließend gelegt, iſt feuerſicher [184]).

---

[180]) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1887, S. 489.

[181]) Siehe auch die „Normale Bauordnung“ von Baumeister (Wiesbaden 1881) § 27 (S. 43): Innere Wände u. Decken.

[182]) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1887, S. 332.

[183]) Siehe den Bericht über den Berliner Verſuchsbrand 1893.

[184]) „Ein hölzerner Fußboden iſt nur ſtatthaft, wenn er unter Vermeidung von Hohlräumen dicht ſchließend auf unverbrennlicher Unterlage liegt.“ (Preußiſche Polizei-Verordnung betreffend die bauliche Anlage und die innere Einrichtung von Theatern, Zirkus-Gebäuden und Verſammlungsräumen vom 12. Oktober 1889.)

Digitized by Google

Parkettfußböden bewähren ſich, wenn die Flamme nicht von unten kommt, recht gut. *Viollet-le-Duc* hat beobachtet, daß Parketts in gänzlich ausgebrannten Zimmern kaum etwas verkohlt waren[185]). Die Feuerſicherheit von Aſphaltfußböden haben wir bereits erwähnt; ebenſo iſt der in manchen Gegenden übliche Gipseſtrich auf der Dachbalkenlage empfehlenswert, weniger in begangenen Räumen wegen Staubbildung; ebenſo Xylolith, eine Verbindung von Sägeſpänen mit Magneſit.

90. Dächer und Dachgeſchoß.

Unter den Dachdeckungen ſind das Stroh- und Rohrdach am gefährlichſten. Sicherer ſind Lehmſchindel- oder Lehmſtrohdächer, wobei wiederum die ſog. pommerſchen Lehmſtrohdächer wegen ihrer größeren Lehmmaſſe den Vorzug vor den polniſchen verdienen. Da aber derartige Dächer ſehr ſchwer ſind, geringe Dauer haben und von Mäuſen heimgeſucht werden, ſo kann man ſie dennoch nicht gerade empfehlen. Holzſchindeln werden für Wohnhäuſer nur noch in wenigen Gegenden zugelaſſen. *Winge*'s imprägnierte Schindeln widerſtanden bei einer Probe 20 Minuten lang dem lebhafteſten Feuer; erſt nach 40 Minuten war ein Teil derſelben zerſtört. Auch Waſſerglasanſtrich wird für Schindeln empfohlen; doch iſt zu bemerken, daß reines Waſſerglas an der Luft ſich bald zerſetzt. In Holland wendet man einen Anſtrich von Steinkohlenteer an, auf welchen ſofort eine dünne Lage pulveriſierter Ziegelerde gebracht wird.

Von den Ziegeldächern ſind die Splißdächer wenig feuerſicher, ebenſowenig die mit Strohdocken unterſteckten Pfannen; Spliſſe und Docken werden daher mit Waſſerglas, letztere auch mit Lehmbrei getränkt, was aber höchſtens auf 5 Jahre ſchützt. Gute Dachziegel halten ſich längere Zeit gegen äußeres Feuer; ſchließlich ſpringen die Naſen ab, und Dach und Gebälk werden offen gelegt.

Auch Schiefer ſpringen bei ſtarkem Erhitzen. Zementplattendächer werden als feuerſicher empfohlen. Gußeiſerne Dachziegel hingegen dürften nicht allzu großen Widerſtand leiſten, ebenſo wie alle Metalldächer nur bedingte Sicherheit gewähren, auch vermöge ihres Leitungsvermögens die Hitze ſchnell über die ganze Dachfläche verbreiten. Leicht entzündliche Stoffe darf man unter Metalldächern nicht lagern, wie ſich z. B. Hanf bei einem Brande allein durch Erhitzen des Eiſenbleches in einem maſſiven, vom Feuer unberührten Gebäude entzündet hat. Wellblech iſt bei Temperaturveränderungen dem Reißen und Springen am wenigſten ausgeſetzt. Wo man Metalldächer ohne Holzſchalung anwendet, ſollte man die Koſten für einen ganz eiſernen Dachſtuhl nicht ſcheuen.

Gegen Flugfeuer bieten Holzzementdächer die größte Sicherheit. Innere Brände dagegen kommen bei dieſen Dächern ſehr ſpät zum Durchbruch und zur Entdeckung; die Feuerwehr hat beim Durchſchlagen des Daches für den Rauchabzug große Schwierigkeiten.

Eine feuerſichere Konſtruktion erfordert nicht nur eine feuerſichere Dachdeckung, ſondern auch, daß zur Herſtellung von Dachaufbauten, Ausſteigeöffnungen, Dachfichtern, Dachrinnen etc. Stein oder Metall verwendet und etwaige Holzkonſtruktionen mit Blech, Schiefer oder Putz verkleidet werden[186]).

Eine beſondere Feuersgefahr für Dächer entſteht bei Lötungen. Lötöfen ſollten weder ohne Aufſicht gelaſſen, wie es in den Arbeitspauſen vielfach geſchieht, noch bei ſtarkem Winde überhaupt angewendet werden[187]); immer aber müſſen beim Löten auf Dächern gefüllte Waſſereimer zur Hand ſein. Dasſelbe gilt von

[185]) Siehe: *Gaz. des arch. et du bât.* 1872, S. 136.

[186]) Siehe auch die »Normale Bauordnung« von Baumeister (Wiesbaden 1881), § 21 (S. 35): Dächer, ſowie § 23 (S. 37): Vorſpringende Bauteile.

[187]) Urſache des Brandes der *Nicolai*-Kirche in Potsdam, desgl. des National-Theaters in Prag u. a.

Digitized by Google

den Öfen zur Erwärmung des Holzzements, welche auf eine etwa 10 cm ſtarke Sandſchüttung zu ſtellen ſind.

Manſarddächer, gleichviel wie ſie abgedeckt ſind, erſcheinen wegen ihrer Holzmaſſen zur Verbreitung des Feuers beſonders geeignet[188]).

E. Raht in New-York konſtruiert deshalb Manſardenflächen aus großen, porigen Tonplatten (wie in Art. 88, S. 119 beſchrieben), die zwiſchen eiſerne Dachſparren gefetzt ſind und unmittelbar die mit Stahlnägeln aufgenagelten Schiefer tragen.

Den als feuerſicher angeprieſenen imprägnierten Leinenbedachungen wohnt dieſe Eigenſchaft nur in geringem Grade bei[189]).

In Warenhäuſern darf das Dachgeſchoß keine Verbindung mit den Geſchäftsräumen der unteren Geſchoſſe erhalten und iſt von Treppen durch maſſive Wände abzuſchließen[190]).

Unter den Treppen galten alle maſſiv aus Backſteinen oder Hauſteinen konſtruierten als unverbrennlich; doch hat ſich beim Brande von Paris gezeigt, daß alle freitragenden Hauſteintreppen, gleichviel aus welchem Materiale beſtehend, zerbrochen ſind. Allerdings wurden hier beſondere Mittel, namentlich Petroleum, angewendet. Immerhin wird man aber den in Backſteinen unterwölbten Hauſteintreppen größere Sicherheit zuſprechen müſſen, wie z. B. ſich diejenigen in den Tuilerien trotz aller Anſtrengungen der Petroleure gut gehalten haben. 91. Treppen.

Pirnaer und Nebraer Sandſtein-Treppenſtufen ſind beim Brande der Aktienbrauerei Neuſtadt-Magdeburg dicht an der Einmauerung abgebrochen, ohne daß ſie eine plötzliche Waſſerabkühlung erhalten hätten[192]). — Hingegen haben ſich Kunſtſandſtein-Stufen mit Eiſeneinlage gut bewährt[191]).

Frei tragende Treppen dürfen in Preußen bei Theaterneubauten nicht angewendet werden[193]).

Holzbelag auf maſſiven Stufen iſt unverbrennlich; ebenſo iſt bei maſſiven Treppen die Bekleidung der Setzſtufen mit Futterbrettern ſtatthaft, ſofern dieſe nicht an eine Holzbekleidung der Wangen anſchließen[194]). Hölzerne Treppen ſind weniger leicht entzündlich, wenn ihre Unterſeite mit Rohr- oder Spalierputz verſehen iſt, und es werden ſolche z. B. in Berlin „feuerſichere“ genannt.

Eiſerne Treppen bieten etwas größere Sicherheit, halten bei ſtärkerem Feuer aber nicht ſtand; durchbrochene eiſerne Treppen mit Holzbelag ſind ſchlechter als hölzerne; ebenſo dürften ſolche mit Marmorbelag, bei der geringen Feuerſicherheit der gewöhnlichen Marmorſorten, ſich nicht ſonderlich bewähren.

Die Hauptſache bei allen Treppenanlagen, welche feuerſicher ſein ſollen, iſt, ſie maſſiv zu umſchließen und ſie durch Überwölbung gegen herabfallendes Feuer zu ſichern[195]).

Bei Warenhäuſern dürfen Kellertreppen mit Geſchoßtreppen nicht in Verbindung ſtehen. Verſchläge unter den Treppen ſind nicht zuläſſig[196]).

Von größter Wichtigkeit iſt bei ausbrechendem Brande eine genügende Breite der Treppe. In Preußen wird verlangt: In Theatern a) für das Parkett: bis zu 300 Perſonen 2 Treppen von je 1,50m Breite; bei mehr als 300 Perſonen ſoll die Breite nach dem Verhältnis von 1 m für 100 Perſonen berechnet werden; b) für die Ränge: bis zu 270 Perſonen 2 Treppen von je 1,50 m; bei mehr als 270 Perſonen 1 m auf 90 Perſonen. Dasſelbe gilt für Zirkusbauten. Für Verſammlungsräume wird für 300 Perſonen eine unverbrennliche Treppe von mindeſtens 1,50 m Breite beanſprucht. Für

[188]) Beobachtung beim Brande von Boſton (ſiehe: Deutſche Bauz. 1872, S. 407).

[189]) Siehe: Deutſche Bauz. 1889, S. 560.

[190]) Siehe: Preuß. Miniſterial-Erlaß vom 6. Mai 1901.

[191]) Siehe: Centralbl. der Bauverw. 1887, S. 430.

[192]) Siehe: Bericht über den Berliner Verſuchsbrand 1893.

[193]) Siehe die vorerwähnte preuß. Polizei-Verordnung vom 12. Oktober 1889.

[194]) Preuß. Miniſterial-Erlaß vom 20. Dezember 1869.

[195]) Siehe auch die „Normale Bauordnung“ von BAUMEISTER (Wiesbaden 1881), § 30 (S. 45): Treppen.

[196]) Siehe: Preuß. Miniſterial-Erlaß vom 6. Mai 1901.

Digitized by Google

mehr als 300 Personen müssen mindestens 2 Treppen angelegt werden. Die gesamte Treppenbreite ist dann bis zur Anzahl von 900 Personen nach dem Verhältnis von 1 m für 150 und bei mehr als 900 Personen von 1 m für 200 Personen zu bestimmen. Galerietreppen dürfen niemals unmittelbar in den Saal ausmünden. Bei Galerien von höchstens 30 qm Grundfläche kann die Breite der Treppe bis auf 1 m ermäßigt werden. Die Räume, in welchen die vorgeschriebenen Treppen liegen, dürfen mit Kellerräumen nicht in unmittelbarer Verbindung stehen. Wendeltreppen sind nach dem Verhältnis 1 m auf 60 Personen zu bemessen; die Stufen müssen an der Spindel, bezw. im Auge der Treppe mindestens 10 cm Auftritt haben [197]).

Da es in erster Linie darauf ankommt, bei ausbrechendem Brande das Leben der Menschen zu schützen, so ist auch auf Rauchsicherheit Bedacht zu nehmen. *Henrici* empfiehlt, bei Fabrikbauten die Treppenhäuser neben den Gebäuden zu errichten und sie mit diesen durch feuersichere Zugänge zu verbinden [198]).

92. Feuerstellen und Schornsteine.

Die größte Zahl der Feuersbrünste entsteht durch fehlerhaft angeordnete Feuerungen und Schornsteine.

Feuerstellen [199]) sollen, wegen ihrer Ausdehnung durch die Hitze, selbständige Umfassungen besitzen und nicht in die Wände des Gebäudes eingreifen. Größere Feuerstellen sind grundfest auf Mauern, Gewölben und Eisenkonstruktionen anzulegen. Feuerstellen gewöhnlicher Art können auf Balkenlagen gestellt werden, sobald das Holzwerk der letzteren durch eine mindestens 5 cm hohe Steinschicht (Steinplatte, Backsteinflachschicht, Zement etc.) bedeckt ist und wenn zwischen dieser Isolierschicht und der Sohle des Feuerraumes, bezw. des Aschenfalles ein mindestens 5 cm hoher Hohlraum verbleibt; der letztere kann zwar durch Tragwände oder Tragfüße versperrt sein, muß aber dem Luftdurchzuge zugänglich gemacht werden. Die Isolierschicht mit darüber befindlichem Hohlraume kann auch durch einen massiven Mauerkörper über der Balkenlage ersetzt werden, welcher unter dem Aschenfalle mindestens 15 cm, unter dem Feuerraume mindestens 25 cm Höhe haben muß.

Über die feuersichere Konstruktion der Schornsteine ist bereits im vorhergehenden Bande dieses „Handbuches“ [200]) das Erforderliche gesagt worden. Im übrigen ist das Anlegen von Feuerstellen und Schornsteinen durch die baupolizeilichen Bestimmungen der einzelnen Orte und Kreise so speziell vorgeschrieben, daß wir an dieser Stelle auf weitere Auseinandersetzungen verzichten können und nur empfehlen, sich streng danach zu richten [201]).

Zur Prüfung der Schornsteine auf Feuerdichtigkeit vermauert man die Öffnungen in den Geschossen, zündet in der unteren Reinigungsöffnung zunächst ein helles Feuer zur Erwärmung der Luftsäule an, alsdann mit nassem Stroh ein Qualmfeuer und verschließt gleichzeitig die Öffnungen des Schornsteinkopfes. Durch den nun im Rohre herrschenden Überdruck wird der Rauch durch die feinsten Risse hindurchgepreßt [202]).

93. Beleuchtungseinrichtungen.

Über die Verhütung der Feuersgefahr bei Einrichtungen, welche zur künstlichen Beleuchtung der Räume dienen und in Teil III, Bd. 4 (Abt. IV, Abschn. 4, unter B) dieses „Handbuches“ abgehandelt sind, können wir uns an dieser Stelle kurz fassen.

Gasmesser sind nicht unter Treppen aufzustellen.

Offene Gasflammen sind tunlichst zu vermeiden oder mit Drahtkörben zu

[197]) Siehe: Preuß. Zirkular-Erlaß vom 21. August 1884.
[198]) Siehe: Deutsche Bauz. 1894, S. 373.
[199]) Siehe Teil III, Bd. 4 (Abt. IV, Abschn. 4, C, Kap. 10, unter b) dieses „Handbuches“.
[200]) Siehe ebendas., Kap. 8.
[201]) Siehe auch die „Normale Bauordnung“ von BAUMEISTER (Wiesbaden 1881), § 33 u. 34 (S. 48–51): Schornsteine.
[202]) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1889, S. 95.

Digitized by Google

umgeben, damit Draperien oder fonftige entzündliche Stoffe nicht hineinwehen können. Von Holzdecken müffen fie 90 cm, von feitlichem Holzwerk 60 cm, mit eifernem Schutzdeckel 15 cm von der Decke entfernt bleiben. Wandarme müffen feft, nicht beweglich fein. Bei größeren Beleuchtungsanlagen find mehrere Hauptähne anzulegen; die Gasleitung foll auch außerhalb des Gebäudes leicht abftellbar fein. Namentlich find bei Theatern die Gasleitungen

a) für Eingangshallen, Treppen und Flurgänge,

b) für den Zufchauerraum und

c) für die Bühne vollftändig zu fondern.

In Preußen ift Gasbeleuchtung für große Theater gänzlich verboten, Mineralöl für alle Theater und Zirkusgebäude, ebenfo für die Verkaufsräume von Warenhäufern.

Im Wiener Opernhaufe ift die Einrichtung getroffen, daß die Zylinder der unter der Brüftung der Ränge angebrachten Lampen fich in eine Kupferröhre fortfetzen, die nach einem gemeinfamen Abzugskanal führt. — Das *Subra*'fche Beleuchtungsfyftem zeigt oben gefchloffene Lampengläfer mit abwärts brennender Flamme und verhindert nicht nur die Feuersgefahr, fondern mindert auch die Hitze.

Zu achten ift auf Undichtigkeiten in den Röhrenleitungen, durch welche fich bei Vermifchung des Gafes mit der atmofphärifchen Luft Knallgas bildet. Durch Erhitzen, bezw. teilweifes Abfchmelzen der Röhrenleitungen werden Explofionen nicht herbeigeführt[203]), fondern nur die fchon vorhandenen Flammen vergrößert; das Abftellen der Leitungen braucht daher keineswegs übereilt zu werden und darf jedenfalls nicht eher gefchehen, als bis fämtliche Perfonen in Sicherheit find.

Notbeleuchtung durch Fettöllampen, welche in Qualm und Zugwind leicht verlöfchen, dürfte nur dann geftattet werden, wenn diefe in gefchloffenen Mauernifchen liegen und durch Zu- und Abführungskanal mit der äußeren Luft in Verbindung ftehen.

Elektrifche Beleuchtungskörper find tunlichft über den Verkehrswegen anzuordnen. Glühlampen, die fich in der Nähe brennbarer Stoffe befinden oder von brennbaren Stoffen berührt werden können, find durch eine zweite Glocke oder in ähnlich ficherer Weife zu fchützen. Bogenlampen müffen wenigftens 10 cm große Teller erhalten, die das Herabfallen glühender Kohle verhüten; gläferne Afchenteller find unzuläffig. In den Gefchäfts-, Lager- und Arbeitsräumen von Warenhäufern, fowie in Schaukäften find freiliegende elektrifche Leitungen in Ifolierröhren mit Metallüberzug zu verlegen[204]).

94. Ausgänge bei öffentlichen Gebäuden, Rettungsleitern, Gleitfchächte.

Die Ausgänge öffentlicher Gebäude müffen genügende Weite erhalten. Die Pariler Vorfchriften verlangen für je 1000 Perfonen eine Gefamtbreite von 6 m für die Straßenausgänge und für je weitere 100 Perfonen eine Verbreiterung von 0,60 m — Zahlen, welche man jedoch als Mindeftmaß anzufehen hat. Die Türen müffen zur Vermeidung von Aufftauungen die volle Breite der Flurgänge oder der Treppen befitzen und nach außen auffchlagen[205]). In Preußen find für die Ausgänge der Theater die Breiten der anfchließenden Flurgänge maßgebend; letztere erhalten für je 80 Perfonen 1 m Breite. Für Zirkus- und Verfammlungsräume, Kirchen und Turnhallen gelten: 1 m für 120 Perfonen bei einer Anzahl bis zu 600 Perfonen, 1 m für 135 Perfonen bis zu 900, 1 m für 150 Perfonen bei mehr als 900 Perfonen. Wenn die zuläffige Zahl der Befucher mehr als 600 Perfonen beträgt, muß der Verfammlungsraum an mindeftens zwei Wandfeiten Türen erhalten[206]).

[203]) Für Gasleitungen follen auch deshalb nur Eifenröhren, nicht aber Bleiröhren angewendet werden.

[204]) Siehe: Preuß. Miniiterial-Erlaß vom 6. Mai 1901.

[205]) Siehe auch die „Normale Bauordnung" von BAUMEISTER (Wiesbaden 1881), § 25 (S. 40); Zugänglichkeit von der Straße.

[206]) Siehe: Preuß. Polizei-Verordnung vom 12. Oktober 1889 und Zirkular-Erlaß vom 21. Auguft 1884.

Digitized by Google

Um Perſonen aus einem mehrſtöckigen Gebäude möglichſt ſchnell zu retten, hat man folgende Vorrichtungen:

1) Eiſerne Rettungsleitern, welche an den Außenfronten von Theatern, Fabriken u. ſ. w. angebracht werden und in jedem Stockwerk von einem beſonderen Ruheplatz zugänglich ſind, der ſeinerſeits mit einer Tür oder einem Fenſter in Verbindung ſteht. Solche Leitern endigen etwa 2,50 m über dem Erdboden, damit ſie von Dieben nicht leicht benutzt werden können.

Feuerleitern, die ſich an äußere Feuerbalkone anſchließen, ſind in nordamerikaniſchen Städten allgemein. In Chicago werden überdies an der einen Seite der Feuerleitern eiſerne Rohre, welche in 1 bis $1^1/_2$ m Höhe über der Traufe in ein Strahlrohr ausmünden, befeſtigt. Unten endigen dieſe Rohre in etwa $1^1/_4$ bis $1^1/_2$ m Höhe über dem Bürgerſteig und ſind mit einem Schlauchgewinde verſehen, ſo daß im Brandfalle dieſe Rohre mit dem nächſten Straßenhydranten oder einer Feuerſpritze durch ein Schlauchrohr verbunden werden können.

2) Eiſerne Rettungsfenſter, welche, nach unten geklappt, eine zuſammenhängende Leiter bilden [207]).

3) Gleitſchächte. An den öffentlichen Schulen, Waiſenhäuſern und Fabriken in Louisville und anderen amerikaniſchen Städten iſt je ein 1,83 m weiter Stahlblechzylinder angebracht, innerhalb deſſen ſich eine ſpiralförmige Gleitbahn befindet [208]).

95. Brandmauern.

Um der Verbreitung entſtandener Feuersbrünſte vorzubeugen, wird in den meiſten Staaten durch Geſetz gefordert, daß die Häuſer da, wo ſie unmittelbar aneinander ſtoßen, durch vollſtändige maſſive Brandmauern getrennt ſein müſſen [209]). Dies ſind Mauern, die vom Fundament aus bis zur Giebelſpitze (Brandgiebel), ja ſelbſt noch 30 cm und mehr über der Dachdeckung, aus unverbrennbarem Material in einer Stärke von 25 bis 45 cm aufgeführt ſind, wobei es unſtatthaft iſt, dieſelben mit Öffnungen zu verſehen. Sind in die Brandmauern Hölzer, Niſchen oder Schornſteinröhren eingelegt, ſo müſſen ſie außerhalb dieſer Teile noch eine Mindeſtdicke von 12, beſſer 25 cm [210]) haben.

In Warenhäuſern ſollen die Keller durch maſſive Brandmauern in einzelne Abteilungen getrennt werden, deren Grundfläche in der Regel 500 qm nicht überſchreitet [211]).

In ausgedehnten Gebäuden ſind aber auch in Entfernungen von höchſtens 40 m unverbrennbare Trennungswände zu errichten, welche mindeſtens 30 cm über das Dach hinausragen müſſen. Solche innere Brandmauern werden ſelbſt bei kleineren Gebäuden notwendig, wenn darin feuergefährliche gewerbliche Anlagen und andere Räumlichkeiten (Scheunen und Wohnung, Arbeitsräume mit ſtarkem Feuerbetrieb und Wohnung oder Magazin, Waſchküche und Lager für Brennſtoff etc.) untergebracht werden ſollen. In derartigen inneren Brandmauern ſind die etwa erforderlichen Türöffnungen feuerſicher herzuſtellen und mit unverbrennbaren, von ſelbſt zufallenden Türen zu verſehen.

---

[207]) Siehe: Deutſche Bauz. 1899, S. 373.

[208]) Zu beziehen von der Rettungsfenſter-Geſellſchaft in Beuel bei Bonn; Erfinder Architekt *Franz Scherer* daſelbſt. – Siehe auch: Deutſche Bauz. 1896, S. 42.

[209]) Siehe die vorgenannte „Normale Bauordnung“, § 36 (S. 41): Brandmauern.

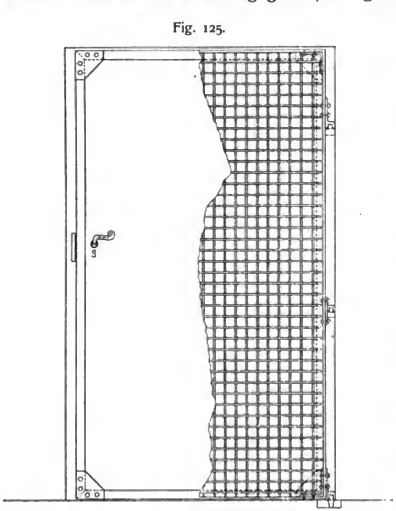
[210]) In Preußen iſt als Stärke für gemeinſchaftliche Brandmauern vorgeſchrieben: „In den beiden oberſten Stockwerken, einſchl. des Dachgeſchoſſes, 38 cm für Ziegel-, 40 cm für Bruchſteinmauerwerk, in je 2 tieferen Stockwerken eine Mehrſtärke von $^1/_4$ Stein (12 cm), bezw. 15 cm bei Bruchſteinmauerwerk. Das Mauerwerk darf in dieſer Mindeſtſtärke weder mit Öffnungen, noch mit Hohlräumen verſehen werden und darf kein Holzwerk aufnehmen.“

[211]) Siehe: Preuß. Miniſterial-Erlaß vom 6. März 1901.

Digitized by Google

Als feuerſichere Türen gelten in der Regel die in Art. 3 u. 4 (S. 7 u. 8) als einbruchſicher vorgeführten Konſtruktionen aus Eiſenblech und ſolche in Eiſen und Stahl. Bereits in Kap. 1 des vorhergehenden Abſchnittes wurde bemerkt, daß die Anforderungen für Sicherheit gegen Einbruch mit jenen gegen Feuer häufig ſich decken. Indes hat die Erfahrung gelehrt, daß ganz aus Eiſen hergeſtellte Türen ſich wenig bewährt haben. Sie werfen ſich infolge der Glut; ſie ſpringen dabei aus den Angeln und Schlöſſern und geben im rotglühenden Zuſtande Anlaß zur weiteren Verbreitung des Feuers[212]). Beſſer als dieſe eignen ſich hölzerne, mit Eiſen, Zink oder Zinkblech beſchlagene, auch, wo kein ſtarker Verkehr zu erwarten, *Rabitz*- und *Monier*-Türen; doch finden bei letzteren infolge der ungleichen Ausdehnung der geſchützten und ungeſchützten Eiſenteile Verbiegungen ſtatt[213]).

Fig. 125.



Feuerſichere Tür nach Syſtem *Monier*.
1/50 w. Gr.

Sie werden aus einem Rahmen von ⊔-Eiſen gebildet, zwiſchen den Drahtgewebe mit Putz aus *Rabitz*-Maſſe, bezw. Stabgeflecht mit Ausfüllung von *Monier*-Maſſe eingeſpannt iſt (Fig. 125).

In Fig. 126 u. 127 geben wir die Konſtruktion einer feuerſicheren Tür, welche aus zwei gekreuzten Brettlagen mit Eiſenblechbekleidung beſteht. Eine Schwierigkeit verurſacht bei dieſen die Eiſenbekleidung der Hirnſeiten. Wie die Darſtellung der Einzelheiten in Fig. 126 erkennen läßt, werden zur Befeſtigung derſelben ſog. Verfatzniete *N* angewendet, d. h. Bolzen, welche nicht nur von Seite zu Seite durchgehen, ſondern auch ſeitwärts eine Erhöhung zur Bildung des dritten Nietkopfes tragen, welcher dann die Stirnplatten feſthält[214]).

4 cm ſtarke Kiefernholztüren mit beiderſeitiger 3 mm ſtarker Eiſenblechbekleidung haben ſich ohne Verbiegung beim Brande des Pontonwagenſchuppens in Glogau 3 Stunden lang gehalten[215]).

[212]) Siehe den Bericht über den Berliner Verſuchsbrand 1893. — Auch eine Tür aus einer einzigen 20 mm ſtarken Magneſitplatte hat ſich bei dieſem Brande nicht bewährt.

[213]) Siehe den gleichen Bericht.

[214]) Die Erläuterungen zur preuß. Polizei-Verordnung empfehlen „Türen aus ſtarkem Holze mit zweiſeitiger Eiſenblechbekleidung“.

[215]) Siehe: Centralbl. d. Bauv. 1890, S. 372.

Digitized by Google

Ebenſo ſollen ſich Türen bewährt haben, deren Kern aus einer doppelten, ſich diagonal kreuzenden Lage 25 mm ſtarker, miteinander verdübelter Bretter hergeſtellt und an den Außenflächen mit gefalzten (nicht gelöteten) Zinnplatten armiert iſt.

Vor einer Verkleidung mit galvaniſierten Eiſenplatten hat das Zinnblech den Vorteil, daß es dem Feuer einen geringeren metalliſchen Körper bietet und ſich nicht wirft, infolgedeſſen mit dem Kern ſolider durch Nagelung verbunden werden kann.

Selbſtverſtändlich müſſen derartige Türen nach der Richtung des Ausganges aufſchlagen.

Größere Öffnungen werden durch eiſerne Rolljalouſien, Schiebetore oder Vorhänge feuerſicher geſchloſſen.

97. Fenſter und Läden.

Soll das Rahmenwerk der Fenſter unverbrennbar ſein, ſo muß es aus Eiſen angefertigt werden. Einen feuerſicheren Verſchluß der Fenſteröffnungen erzielt man durch die in Art. 13 bis 16 (S. 29 bis 33) erwähnten eiſernen Roll-, Platten- und Schiebeläden; doch zeigen auch dieſe die im vorhergehenden Artikel bereits erwähnten Übelſtände.

Bei Bränden iſt es nicht ſelten von großem Werte, wenn derlei Läden ſich von außen öffnen laſſen, wie dies z. B. beim *Foß*'ſchen Schiebeladen der Fall iſt. Derſelbe beſteht aus zwei Lagen von Blech, zwiſchen denen ein ſchlechter Wärmeleiter eingefüllt werden kann. Er läuft mit Rollen auf einer wagrechten Führungsſchiene, welche in halber Fenſterhöhe angebracht iſt. Dieſe Schiene, aus Stahl hergeſtellt, ſitzt mit ihren Enden auf eingemauerten Gußſtücken, wobei Spielraum gelaſſen iſt, daß ſich die Schiene, den Temperaturänderungen entſprechend, unbeſchadet für die Einmauerung zuſammenziehen und ausdehnen kann. Ein ſolcher Laden kann innen oder außen angebracht werden [216]).

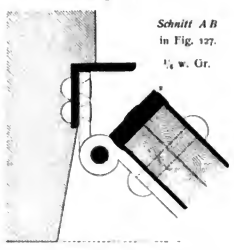
Sollen Fenſter durch eiſerne Rolläden von einem entlegenen Punkte aus geſchloſſen werden, ſo geſchieht dies am einfachſten auf hydrauliſchem Wege [217]).

98. Eiſerne Vorhänge.

Eiſerne Vorhänge finden namentlich in Theatern Anwendung, ſind aber auch für andere große Öffnungen anwendbar, falls man entweder unter oder über der Öffnung die nötige Höhe zur Bergung des Vorhanges hat.

Die erſten Vorhänge, und zwar aus Blechplatten konſtruiert, ſollen ſchon 1782 in Lyon und London vorkommen [218]); 1824 hat das Burgtheater in Wien einen ſolchen erhalten. Derartige Eiſenblechvorhänge widerſtehen der koloſſalen Glut eines Bühnenfeuers nicht lange. Später haben die Drahtkurtinen eine große Verbreitung gefunden. Sie beſtehen meiſtens aus einem Gerüſt von Eiſenſtäben, welches mit Draht ſo durchflochten iſt, daß ſich 2 bis 4 cm weite Maſchen ergeben. Allerdings verhindern ſie das Durchſchlagen der Flammen von der Bühne in den Zuſchauerraum für längere Zeit, halten aber die tödlich wirken-

Fig. 126.



Feuerſichere Tür in der

[216]) Siehe: Techniker, Jahrg. 5, S. 181.

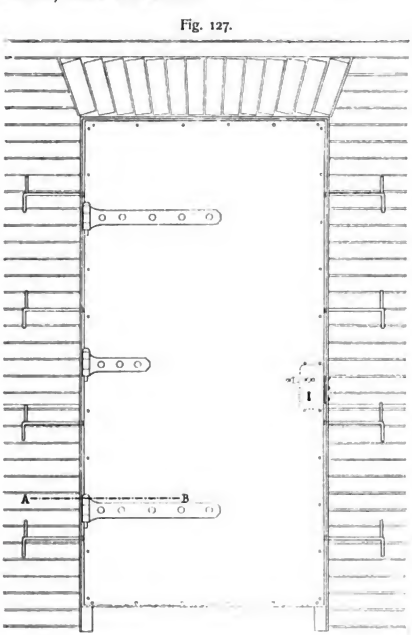
[217]) Angemeldet beim Equitable-Palaſt in Berlin durch die Maſchinenbauanſtalt *C. Hoppe*.

[218]) Der „Staats- und Gelehrten-Zeitung des Unparteiiſchen Hamburger Korreſpondenten“ vom 17. Mai 1764 wurde aus London unterm 9. Mai geſchrieben: „In dem neuen Luſtſpiele Der Jude . . . . . hat Herr *Cumberland*, der Verfaſſer, ſeinem Rufe viel Ehre gemacht. *Miß Farron* beſchloß das Stück mit einem Epilog, während deſſen auf dem Theater ein kleiner See mit wirklichem Waſſer eingeführt wird, auf welchem ein Mann mit einem Kahne fährt. Zuerſt wurde erſtmals ein Vorhang von Eiſenblech niedergelaſſen. Beides ſind Erfindungen, das Haus bei entſtandener Feuersgefahr zu ſichern.

Digitized by Google

den Rauchgafe nicht zurück. Ob die neueften Verfuche, fie nach Art der *Davy*fchen Sicherheitslampe fehr feinmafchig auszuführen, fich praktifch beweifen werden, bleibt abzuwarten.

Fig. 127.



Kaferne der Strafanftalt zu Werden. — 1/250 w. Gr.

Beffer werden fich vorausfichtlich die aus Trägerwellblech konftruierten Vorhänge bewähren. Unter diefen haben wir zwei Hauptarten zu unterfcheiden: folche mit wagrecht und folche mit lotrecht geftellten Wellen. Erftere dürften den Nachteil haben, daß die Wellen bei ftarker Erhitzung zufammenfinken. *Pfaff* in Wien fchlägt daher vor, den Vorhang aus fegmentförmig gebogenen, 1,50 mm ftarken Blechen zu bilden, die von wagrechten Hängefchienen getragen werden. Letztere find dem Zufchauerraume zugekehrt, werden fich infolgedeffen nur langfam erhitzen und fo einer Deformation vorbeugen. Ein derartiger Vorhang ift im Stadttheater zu Brünn zur Ausführung gekommen.

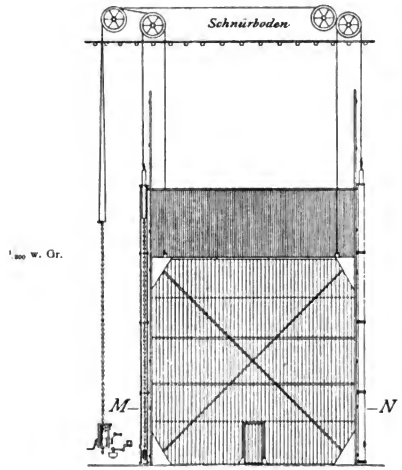
Einfacher wird es aber fein, das Wellblech lotrecht zu ftellen. Hier kann ein Zufammenfinken nicht vorkommen; überdies wird fich innerhalb der tiefen Wellen ein ftark aufftei gender Luftftrom bilden, der wohl etwas zur Abkühlung beitragen kann. Solche Vorhänge find von der Firma *L. Bernhard & Co.* zu Berlin im Stadttheater zu Pofen, fowie im Wallner-, Friedrich-Wilhelmftädtifchen, Belle-Alliance-, Walhalla- und Zentraltheater zu Berlin ausgeführt. Wir geben im nachftehenden eine Befchreibung des Pofener Vorhanges (Fig. 128 bis 131).

Die freie Bühnenöffnung ift im Pofener Stadttheater 11,70 m hoch und 8,73 m breit. Der Vorhang fetzt fich aus einem oberen feften Teile von 2,80 m Höhe, der mittels Winkeleifen hinter dem fog. Harlekinmantel an der Mauer befeftigt ift und an der unteren Kante mit einem ⊔-Eifen

Digitized by Google

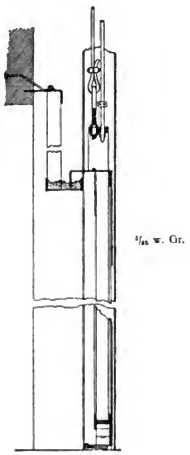
als Träger eines Sandverſchluſſes verſehen iſt, und dem beweglichen Unterteile, deſſen obere ⊓-Eiſenbeſäumung in die erwähnte Sanddichtung einfällt, zuſammen (Fig. 129). Die ſeitlichen Führungen des Vorſprunges (Fig. 128 u. 131) beſtehen ebenfalls aus ⊏-Eiſen, in welchen für gewöhnlich (durch eine Flachſchiene geſchützt) ein Hanfſchlauch hängt, der mit der Waſſerleitung in Verbindung ſteht und der nötigenfalls durch Öffnen eines Ventils zur Rundung aufgeſchwellt wird, um dadurch eine vollſtändige Abdichtung herzuſtellen. Der aufziehbare Teil des Vorhanges (welcher bei einer Breite von 8,80 m und einer Höhe von 8,95 m nur etwa 1800 kg wiegt) iſt durch 2 Gegengewichte ſoweit ausgeglichen, um leicht durch 2 Männer an der Winde im Zeitraume von

Fig. 128.



1/100 w. Gr.

Fig. 129.



1/25 w. Gr.

Fig. 130.

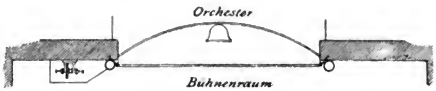
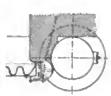


Fig. 131.



Eiſerner Schutzvorhang im Stadttheater zu Poſen.

1 Minute emporgezogen werden zu können. Die zugehörige Winde iſt ſo eingerichtet, daß beim Niedergange des Vorhanges die Kurbel ſtehen bleibt und daß ein Zug an einem Auslöſungshebel genügt, um den Vorhang zum gleichmäßigen Niedergehen zu bringen. Dieſes wird in etwa 10 Sekunden vollführt, wobei der Vorhang auf das Bühnenpodium ſich ſanft auffetzt. Für den nicht unmöglichen Fall, daß bei einem Brande das Bühnenperſonal zu ſehr in Anſpruch genommen ſein ſollte, oder auch in der Verwirrung das Herablaſſen des Vorhanges von der Bühne aus überhaupt unterbliebe, kann die Auslöſung von einer durch Glasfenſter geſchützten Stelle im Zuſchauerraume mittels eines elektriſchen Stromes oder durch leichten Zug an einem Knopfe geſchehen. Etwa dann auf der Bühne abgeſperrte Perſonen können durch eine im Vorhang angebrachte und

Digitized by Google

nach beiden Seiten aufſchlagende Tür ſich retten. Immer ſetzen ſich beim Niedergehen ſelbſttätig große Glockenſignale in Bewegung, welche davor warnen ſollen, unter dem Vorhange ſtehen zu bleiben. Die Gegengewichte bewegen ſich, an Drahtſeilen aufgehängt, in 25 cm weiten Gußröhren (Fig. 128, 129 u. 131); dieſelben haben am Umfang eine Filz- und Bürſtendichtung, welche einen ziemlich luftdichten und leichten Schluß herſtellt, wodurch im Falle eines plötzlichen Seilbruches ein Luftpuffer entſteht, indem ſich ein ſeitliches kleines Ventil durch raſchen Luftaustritt ſchließt. Bei regelmäßigem Gange bleibt das Ventil jedoch etwas geöffnet und läßt die Luft frei ein- und

Fig. 132.

Fig. 133.

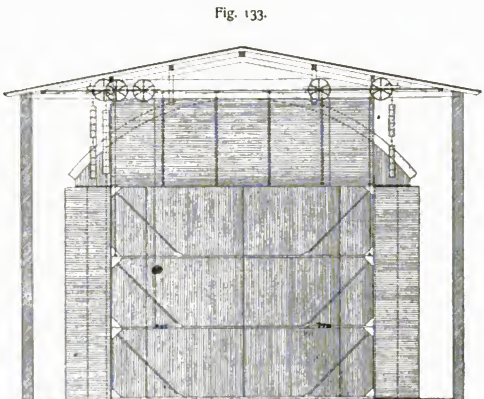


Fig. 134.

Eiſerner Schutzvorhang im Walhallatheater zu Berlin. — $^1/_{200}$ w. Gr.

ausſtrömen. Beim raſchen Niederlaſſen wird das Moment außerdem dadurch aufgenommen, daß die Gegengewichte zweiteilig hergeſtellt und die Teile durch eine Kette ſo miteinander verbunden ſind, daß der untere Teil in der Führungsröhre liegen bleibt, bis kurz vor dem Aufſetzen des Vorhanges auf das Bühnenpodium. Die Ketten dienen nebenbei noch zur Ausgleichung des Gewichtes der Drahtſeile, und durch die Vereinigung mit der Zentrifugalbremſe an der Winde wird das ſanfte Aufſetzen beim raſcheſten Niedergange unbedingt erzielt.

Zur Ausgleichung der möglicherweiſe ungleichen Streckung der zur Winde führenden Zugſeile, welche im übrigen das Gewicht des Vorhanges auch dann noch tragen, wenn ein oder beide

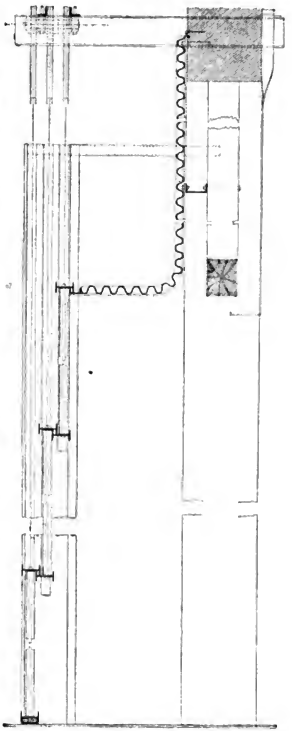
Digitized by Google

Gegengewichtsfeile zugleich reißen ſollten, dient ein kurzer Wagebalken als Verbindung mit dem Zugkettenende der Winde (Fig. 128).

In Fig. 132 bis 136 iſt die Konſtruktion des von *L. Bernhard & Co.* in Berlin ausgeführten Schutzvorhanges für das Walhallatheater in Berlin wiedergegeben[219]).

Hier war nicht Höhe genug vorhanden, um den Vorhang aus einem Stücke anfertigen zu können; derſelbe iſt vielmehr in 3 einzelnen Teilen hergeſtellt (Fig. 132 u. 135), welche durch Verſatzung der I-Träger ſo ineinander greifen, daß ſie einen feſten Schluß erzielen. Der vierte, feſte Teil des Vorhanges, der ſog. Harlekinmantel, liegt in der Vorderfläche der Brandmauer, welche Bühnenhaus und Zuſchauerraum trennt, während die drei anderen beweglichen Teile um die Stärke dieſer Mauer zurückſpringen. An der Unterkante des feſtliegenden Teiles iſt dieſer Zwiſchenraum durch eine Wellblechdecke feuerſicher ausgefüllt. Das Gewicht der beiden unteren Abteilungen des Vorhanges iſt durch Gegengewichte an Drahtſeilen gänzlich aufgehoben, ſo daß für den Bewegungs- und Aufziehmechanismus nur der oberſte Schieber zu heben bleibt. Dieſe Kraft aber kann ein einzelner Mann leiſten. Die Tafeln der einzelnen Schieber ſind mit Winkeleiſen auf die oberen und unteren Träger befeſtigt und letztere durch je 6 Zugſtangen miteinander verbunden. Die Stützpunkte der ganzen Konſtruktion wurden dadurch gewonnen, daß in der Scheitellinie des Entlaſtungsbogens eiſerne Träger durch die Brandmauer vorgeſtreckt und an der Vorderſeite ſtark verankert wurden. Nach dem Unglück im Wiener Ringtheater iſt die Vorrichtung zum Herablaſſen des eiſernen Vorhanges ſo eingerichtet worden, daß ſie vom Flur aus pneumatiſch in Gang gebracht werden kann. Bemerkenswert iſt, daß während der Aufſtellung des geſamten Eiſenwerkes Proben und Vorſtellungen nicht unterbrochen zu werden brauchten.

Fig. 135.



Querſchnitteinzelheiten vom Schutzvorhang des Walhallatheaters zu Berlin. — 1/20 w. Gr.

Fig. 137 zeigt die ſeitliche Dichtung gegen das Durchdringen der Rauchgaſe, wie ſie von der Firma *Hein, Lehmann & Co.* zu Berlin in Hamburg ausgeführt iſt; im oberen Teile dieſer Abbildung iſt der mit Waſſer gefüllte Schlauch im wagrechten Schnitt zu ſehen.

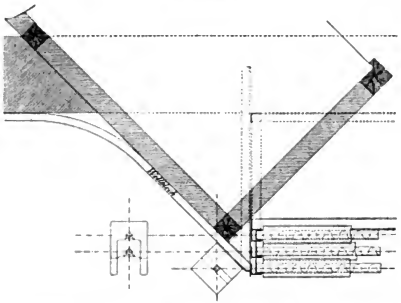
Leider iſt die erſte praktiſche Erprobung der Wellblechvorhänge nicht günſtig abgelaufen, indem der des Nationaltheaters in Berlin während des Brandes (1883) in den Zuſchauerraum herabſtürzte. Doch ſcheint dies ausſchließlich an der hölzernen Umrahmung der Bühnenöffnung gelegen zu haben, an welcher der Vorhang befeſtigt war.

[219]) Nach: Wochbl. f. Arch. u. Ing. 1882, S. 25.

Digitized by Google

Das Gutachten der Akademie des Bauwesens[220]) fagt darüber: „Der eiferne Vorhang hat augenfcheinlich das Übergreifen des Feuers in den Zufchauerraum fo lange verhindert, bis er glühend wurde . . . Wir müffen auch darin der Anficht des Branddirektors *Witte* beitreten, daß durch einen eifernen Vorhang niemals ein brandmauerartiger Abfchluß erreicht werden kann, welcher imftande wäre, den Einwirkungen eines mächtigen Feuers auf die Dauer zu widerftehen. Sein hauptfächlichfter Zweck ift vielmehr, dem Publikum den Anblick der Flammen, welcher ftets eine Panik hervorruft, zu entziehen, und ferner der, den Qualm und die Flammen fo lange vom Zufchauerraume fern zu halten, bis derfelbe vollftändig geräumt ift. Dagegen bleibt es fraglich, ob die in dem eifernen Vorhange angebrachte Tür Veranlaffung zum fchnelleren Eindringen des Feuers in den Zufchauerraum gegeben hat oder nicht. Jedenfalls würde es fich empfehlen, die zu Mitteilungen an die Zufchauer von der Bühne aus erforderliche Öffnung nicht im eifernen Vorhange felbft, fondern neben demfelben in der maffiven Brandmauer anzubringen.“

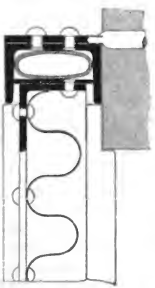
Fig. 136.



Grundrißeinzelheiten vom Schutzvorhang des Walhallatheaters zu Berlin. — 1/40 w. Gr.

Nach dem Grundgedanken der in Fig. 128 bis 137 dargeftellten Vorhänge hat *Bernhard* eine Reihe anderer angefertigt. Die Wellblechftärke beträgt überall 1 mm, der Überdruck, welchen 1 qm Fläche aufzunehmen vermag, 40 kg. Die Schutzvorhänge werden vermittels einer Winde (Syftem *Meggy*) mit felbfttätig wirkender Bremfe gehoben; der Verfchluß wird durch Ausrücken der Bremfe vermittels eines herabfallenden Gegengewichtes bewirkt. Die Ausrückung des letzteren gefchieht von der Bühne aus unmittelbar durch Kettenzug und von jedem beliebigen anderen Raume auf pneumatifchem oder elektrifchem Wege.

Fig. 137.



Hydraulifche, Dichtung am Schutzvorhang des Stadttheaters zu Hamburg. — 1/8 w. Gr.

Eine wefentliche Verbeffernng ift dadurch erzielt, daß man bei Neubauten, bei welchen das Anbringen eines fich nach beiden Seiten bewegenden Vorhanges möglich ift, diefer Ausführung den Vorzug gibt, weil damit jede Gefahr ausgefchloffen ift und der Mechanismus einfacher wird.

In Fig. 138 bringen wir den ebenfalls von *Bernhard* entworfenen Vorhang des „Neuen Theaters“ in Berlin.

Er befteht aus zwei fich nach der Seite bewegenden Schiebern von 4,07 m Breite und 7,00 m Höhe, welche unten auf je zwei Rollen von 40 mm Durchmeffer laufen und oben vermittels zweier Meffingrollen in einer dichtfchließenden Führung geführt werden. Beide Schieber find durch I-Eifen N.-Profil 8 und Flacheifen von 50 × 50 × 5 mm Querfchnitt genügend ausgefteift. Die Füllungen beftehen aus Wellblech (Profil 40 × 50 × 1 mm), welches in einem Rahmen aus L-Eifen (50 × 50 × 5 mm) eingepaßt ift. Einer der beiden Schieber

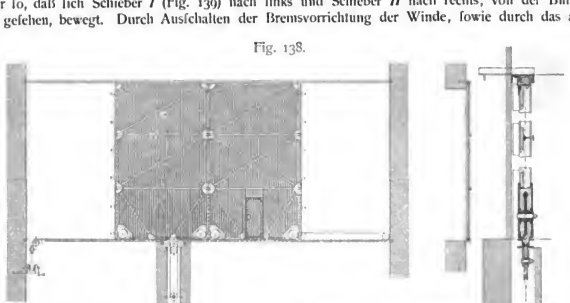
[220]) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1883, S. 360.

Digitized by Google

erhält eine ſich ſelbſttätig ſchließende Tür von 0,80 m Weite und 2,00 m Höhe, welche nach dem Zuſchauerraum aufſchlägt. Die ſeitlichen Dichtungen beſtehen aus einem Winkeleiſen (100 × 50 × 8 mm) mit angeſchraubten Filzſtreifen, an welche die Schieber durch die Laſt des Gegengewichtes angepreßt werden.

Letzteres befindet ſich 1,50 m außerhalb der Mitte, um den Zugang zum Souffleurkaſten nicht zu hindern. Der zweiteilige Vorhang wird durch eine Winde Syſtem ***Staufer-Meggy*** geöffnet, und zwar ſo, daß ſich Schieber *I* (Fig. 139) nach links und Schieber *II* nach rechts, von der Bühne aus geſehen, bewegt. Durch Ausſchalten der Bremsvorrichtung der Winde, ſowie durch das an-

Fig. 138.



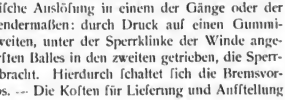
Eiſerner Schutzvorhang des „Neuen Theaters“ zu Berlin.

geordnete Gegengewicht ſchließt ſich der Vorhang ſelbſttätig. Das ſelbſttätige Schließen braucht jedoch nicht allein von der Winde aus zu geſchehen, es kann auch durch eine Hebelvorrichtung von der Bühne aus erfolgen. Drittens kann eine pneumatiſche Auslöſung in einem der Gänge oder der Pförtnerloge angebracht werden. Dieſelbe wirkt folgendermaßen: durch Druck auf einen Gummiball, welcher durch eine Bleirohrleitung mit einem zweiten, unter der Sperrklinke der Winde angebrachten Ball in Verbindung ſteht, wird die Luft des erſten Balles in den zweiten getrieben, die Sperrklinke gehoben und das Gegengewicht zum Fallen gebracht. Hierdurch ſchaltet ſich die Bremsvorrichtung aus, und der Vorhang ſchließt ſich geräuſchlos. — Die Koſten für Lieferung und Aufſtellung betrugen 2915 Mark, ausſchließlich Maurerarbeit.

99. Eiſerne Schiebetore.

Ein in Trägerwellblech von der Firma ***Hein, Lehmann & Co.*** in Berlin konſtruiertes Schiebetor zum feuerſicheren Verſchluß einer Öffnung von 1,68 m Weite und 2,50 m Höhe gibt Fig. 140.

Fig. 139.



Beide Teile des Tores hängen an Rollen, welche auf einer Schiene laufen. An der Unterſeite dient ein ⊔-Eiſen als Führung.

100. Treforanlagen.

Von größter Wichtigkeit iſt die Feuerſicherheit der Treforanlagen, da hier Summen in Gefahr kommen können, gegen welche der Wert des ganzen Gebäudes ein verſchwindender iſt. Es iſt bereits in Kap. 1 des vorhergehenden Abſchnittes (Sicherungen gegen Einbruch) in Art. 1 (S. 2) der Trefore gedacht worden; ſie haben ferner im genannten Kapitel (unter c) eine eingehende Beſprechung erfahren. Da bei ſolchen Anlagen die Vorſichtsmaßregeln, die man gegen Einbrecher etc. trifft, mit denjenigen, welche in Rückſicht auf Feuersgefahr zu treffen ſind,

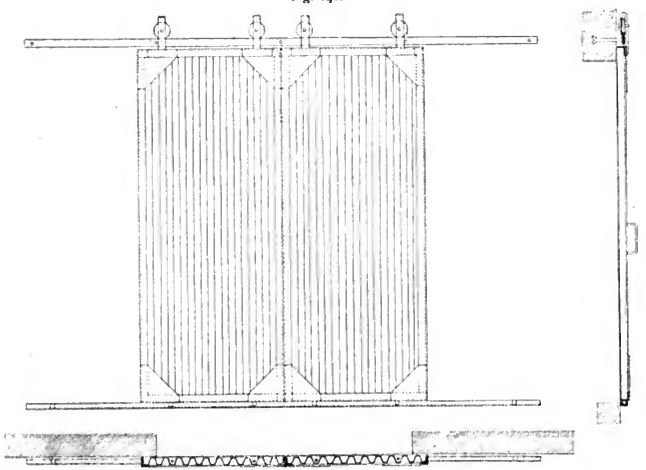
Digitized by Google

innig zuſammenhängen, ſo wurden die letzteren a. a. O. bereits zum nicht geringen Teile beſprochen. Deshalb wird an dieſer Stelle nur weniges hinzuzufügen ſein.

Für die Wände werden beſondere Vorkehrungen gegen Brand nicht notwendig, da eine $1^1/_2$ bis 2 Stein ſtarke Backſteinwand ein zu ſtarkes Erhitzen verhindern wird. Nur in Fabriken und Magazinen, welche viele feuergefährliche Stoffe enthalten, wird man zur Anlage doppelter Wände greifen müſſen. Die mehrfach ausgeführte Bohlenbekleidung der Wände und des Fußbodens im Inneren kann als feuergefährlich nicht erachtet werden.

Der am meiſten gefährdete Teil iſt die Decke, welche nicht allein gegen die Hitze von oben her, ſondern auch gegen Beſchädigungen durch ſchwere, herab-

Fig. 140.



Eiſernes Schiebetor von *Hein, Lehmann & Co.* zu Berlin.
$^1/_{20}$ w. Gr.

fallende Gegenſtände geſchützt werden muß. Weitgeſpannte Gewölbe ſind daher zu vermeiden und dafür kleine Kappen von 0,50 bis 0,60 m Breite zu wählen.

Feuersgefahr im Inneren kann von der künſtlichen Beleuchtung herrühren. Wegen der Exploſionsgefahr zieht man dem Leuchtgas Kerzen vor, deren Leuchter große Metallmanſchetten haben müſſen.

Will man auf Gas nicht verzichten, ſo wird man die Flamme in einer Mauerniſche anbringen und einen kleinen Kanal bis zur nächſten Schornſteinröhre anlegen, wodurch gleichzeitig etwas Lüftung für den eingeſchloſſenen Raum geſchaffen wird.

Häufig werden Wertgelaſſe durch eine tragbare Gaslampe erleuchtet, die durch einen Gummiſchlauch mit der Gasleitung des Vortreſors in Verbindung ſteht. Das Anzünden und Löſchen erfolgt nur im Vortreſor. Elektriſche Wand-

Digitized by Google

lampen, von einer Leitung gefpeift, find vielfach angewendet. Tragbare elektrifche Lampen, welche mit einer Leitung nicht in Verbindung ftehen, fondern eine Batterie in fich bergen, bieten die größte Sicherheit, find aber fehr fchwer und deshalb unbequem. Leichte derartige Lampen bieten bis jetzt noch nicht die erforderliche Helligkeit.

101. Anftriche und Imprägnierungen.

Eine große Hoffnung hatte man auf feuerfichere Imprägnierungen und Anftriche gefetzt. Doch ift es noch nicht gelungen, Holz, Leinwand und Papier unverbrennlich zu machen; wohl aber kann man damit diefe Gegenftände fo weit fichern, daß fie fchwer Feuer fangen und dasfelbe nicht fortpflanzen. Die neuere Technik bedient fich hierfür der treffenden Bezeichnung „Flammenficherheit", wohl zu unterfcheiden von „Unverbrennlichkeit".

Schon im Altertume verfuchte man Holz durch Anftrich von Alaun feuerficher zu machen. Aber erfahrungsmäßig bleibt Alaunanftrich bei fchwacher Löfung unwirkfam; in konzentriertem Zuftande hat er die vollftändige Zerfetzung des Holzes zur Folge, dürfte alfo nur bei Bauten und Dekorationen Anwendung finden, welche für kurze Zeit beftimmt find.

Waffergla sanftrich auf Holz ift nur im Anfange wirkfam, zerfetzt fich aber bald an der Luft, hält fich hingegen vorzüglich auf Sand- und Kalkftein, da hier eine vollkommene Verkiefelung der Oberfläche eintritt. Waffergla simprägnierung, welche in Vakuumapparaten ausgeführt wird, macht das Holz fo hart, daß diefes fich nicht mehr fägen oder fchneiden läßt, kann daher nur bei kleinen, vorher fertig geftellten Gegenftänden angewendet werden. Eine Mifchung von fog. Farbenwaffergla s mit Teigfarben, zwei- bis dreimal aufgeftrichen, hat fich bei angeftellten Proben gut bewährt. Ein mehrfacher Anftrich von Waffergla s, welchem man in Waffer unlösliche Körper, z. B. Kreide, zufetzt (Hoftheater in München), wird gelobt, ebenfo ein Anftrich von fchwefelfaurem Ammoniak und Gips (Wiener Stadttheater), desgleichen ein folcher von borfaurer Talkerde (Wiener Opernhaus). Käfefarben bieten für Holz und Leinwand einen kräftigen Schutz[221]).

Holz, das durch Imprägnieren bis in den Kern feuerfeft ift, hat *Gautfch* in München erfunden; auch wird folches von *Hülsberg & Co.* in Zornsdorf bei Königs-Wufterhaufen unweit Berlin hergeftellt.

Nach *Patera*'s Verfahren wird in Wien eine befondere „Flammenficher e Anftrichmaffe" fabriziert und zum Schutze von Brücken, Treppen etc. mit Erfolg verwendet, ebenfo eine von *Kreittmayr* in Wien und *Friedrich Walz* in Pforzheim erfundene. Die wolfram-, phosphor- und kiefelfauren Verbindungen des Natron fchützen erfahrungsmäßig auf längere Zeit. In Berliner Theatern find mit dem *Gruner*'fchen Mittel, zu beziehen von *Judlin* in Charlottenburg, und dem Antipyrogen von *Kühlewein* eingehende Verfuche angeftellt worden, die bis jetzt gute Ergebniffe gehabt haben. Wie lange diefelben ihre Schutzkraft bewahren, bleibt allerdings noch feftzuftellen. Für Leinwand, Mull, Tarlatan eignet fich ganz befonders das fchwefelfaure Ammoniak, in weichem, kaltem Waffer aufgelöft (Hoftheater in Dresden, Stadttheater in Aachen etc.); nach jeder Wäfche muß eine neue Tränkung ftattfinden; bei einer 20-prozentigen Löfung ftellt fich der Preis für 1 qm imprägnierter Fläche, z. B. bei Kuliffen, auf 2 bis $2^1/_2$ Pfennige. Auch für die Imprägnierung von Holz wird diefes Mittel empfohlen[222]). Letztere Eigenfchaft hat ferner das „Feuerifolierverfahren" von *Konrad* (Fabrik von *Notz* in Dresden), auch für Zeug, Pappe etc. anwendbar.

[221]) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1885, S. 408.

[222]) Siehe: Fleck, H. Über Flammenficherheit und Darftellung flammenficherer Gegenftände. Dresden 1882. S. 20.

Digitized by Google

In neuerer Zeit machen die Asbeſtfabrikate viel von ſich reden. Die *United Asbeſtos Company* in England verfertigt Asbeſttuch, -Papier, -Pappe und -Anſtrich; der letztere iſt für Stein, Holz und Metall brauchbar und wird in angemachtem Zuſtande und in mehreren Farbentönen, beſonders Steingrau, geliefert. Für Deutſchland ſind dieſe Fabrikate von *Wilfert* in Cöln und *Fretzdorff & Co.* in Berlin zu beziehen[223]). Asbeſtpapier wird von *Frobeen* in Berlin hergeſtellt; feuerſichere Vorhänge aus Asbeſt fertigt *Fretzdorff* in Berlin an; ein endgültiges Urteil läßt ſich wegen der Neuheit der Erfindung noch nicht geben[224]). Auch der von *J. H. Reinhardt* in Würzburg angefertigte „Superator", ein mineraliſcher Filz, beſteht im weſentlichen aus Asbeſt mit eingelegtem Drahtgewebe. *Tepper* in Berlin verfertigt Kuliſſen und Hintergründe aus Gewebe von halb geglühtem Eiſendraht, welches, mit einer Maſſe überzogen, einen brauchbaren Malgrund für Leimfarbe gibt[225]). Sog. „Eiſentuch" verfertigt die „Deutſche Imprägnierungsanſtalt" in Mügeln bei Dresden; es wird aus imprägnierter Jute, die mit einer beſonderen feuerſicheren Deckungsſchicht präpariert iſt, hergeſtellt; bei einer auf dem Feuerwehrtage in Salzburg 1883 vorgenommenen Probe ertrug dieſer Stoff 20 Minuten lang einen Hitzegrad, bei welchem ſtarkes Eiſenblech in Glut geriet. Ein Schutzvorhang aus ſolchem Eiſentuch befindet ſich im Stadttheater zu Bautzen.

b) Feuerlöſcheinrichtungen.

Nachdem wir nunmehr die Vorbeugungsmaßregeln gegen Feuersgefahr beſprochen haben, gehen wir zu denjenigen Einrichtungen über, welche eine ausgebrochene Feuersbrunſt bekämpfen ſollen[226]).

102. Löſchen mittels Waſſers.

Das älteſte Löſchmittel iſt das Waſſer. Es wirkt mechaniſch durch Abſperrung der Luft, phyſikaliſch durch Binden einer Menge von Wärmeeinheiten. Doch iſt zu beachten, daß es nur bei reichlicher Anwendung die gewünſchte Wirkung ausübt, bei zu geringer Menge aber zur Vermehrung der Flamme beiträgt. Der Schmied begießt die Kohlen mäßig mit Waſſer, damit ſie beſſer brennen; gießt er zu viel zu, ſo verlöſchen ſie. Ebenſo iſt Waſſer, welches nur die Flamme, nicht aber den brennenden Gegenſtand ſelbſt trifft, eher ſchädlich als nützlich. Man verwende daſſelbe daher möglichſt zum Beſpritzen der brennenden Gegenſtände ſelbſt, ſowie derjenigen, welche in Gefahr ſind, anzubrennen.

Bei wertvolleren Gebäuden wird man Feuerlöſcheinrichtungen im Hauſe haben, ohne dadurch die Mitwirkung der ſofort zu benachrichtigenden Feuerwehr auszuſchließen.

Fig. 141.

Feuerhahn mit Schlauch, Strahlrohr und Mundſtück.

103. Feuerhähne und Aufbewahrung der Schläuche.

Iſt das Gebäude mit Waſſerleitung verſehen, ſo bieten Feuerhähne ein treffliches Schutzmittel. Die Einrichtung derſelben iſt im Teil III, Band 4 dieſes „Handbuches" (Art. 340 u. 346, S. 299 u. 302[227]) angegeben. Dieſelben ſind an möglichſt feuerſicherer Stelle und in der Mitte des Gebäudes anzuordnen, um

[223]) Beim Berliner Verſuchsbrand 1893 ſtanden eine mit Asbeſtfarbe angeſtrichene Bretterwand und ein desgl. Lattenverſchlag nach 12 Minuten in Flammen. Es wurde beobachtet, wie die angeſtrichenen Holzteile ſchwerer entflammten als die nicht angeſtrichenen.

[224]) Durch Erlaß des preußiſchen Miniſteriums der öffentlichen Arbeiten vom 25. April 1890 wird auf die Asbeſtgewebe von *Müller & Schäfer* in Berlin beſonders aufmerkſam gemacht.

[225]) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1887, S. 509.

[226]) Sehr eingehend behandelt in: Döhring, W. Handbuch des Feuerlöſch- und Rettungsweſens etc. Berlin 1881.

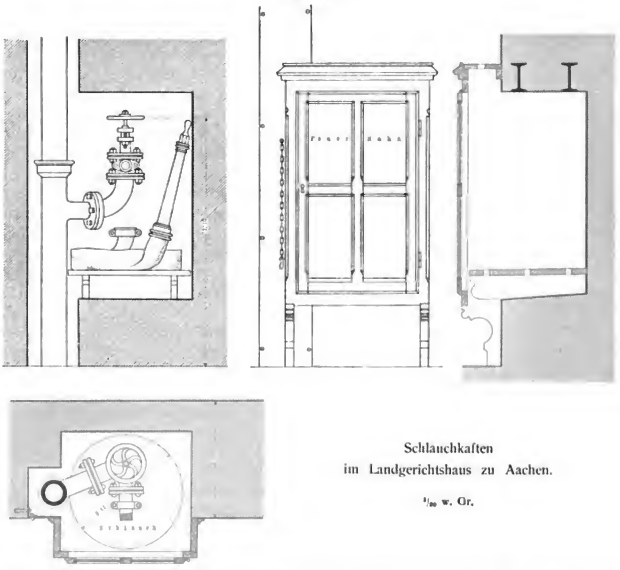
[227]) 2. Aufl.: Art. 419 u. 425 (S. 414 u. 438).

Digitized by Google

mit den Schläuchen recht weit reichen zu können. Gewöhnlich werden ſie am Austritt der maſſiven Treppen in die Flurgänge eines jeden Geſchoſſes angebracht; Schlauch und Mundſtück müſſen nahe dabei ſein und bleiben am beſten ſtets am Feuerhahn angeſchraubt.

Sämtliche Teile werden entweder frei an der Wand des Flurganges aufgehängt (Fig. 141), oder zur Bergung derſelben wird eine Niſche im Mauerwerk ausgeſpart, ſo groß, daß Hahn und Schlauch bequem zugänglich ſind; eine verſchließbare Tür liegt bündig mit dem Wandputz. Die Tür beſteht häufig aus

Fig. 142.



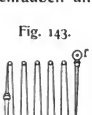
Schlauchkaſten
im Landgerichtshaus zu Aachen.
1/20 w. Gr.

hölzernem Rahmen und Glasfüllung, welche leicht zertrümmert werden kann; doch wird bei ſolcher Einrichtung der Schlauch beim Herausnehmen durch die Glasſcherben leicht beſchädigt. Beſſer iſt es deshalb, die Tür ganz aus Holz und verſchließbar herzuſtellen, den Schlüſſel dazu jedoch unmittelbar daneben in einer beſonderen kleinen Niſche oder einem Käſtchen hinter einer Glasſcheibe aufzubewahren. Reicht die Wandſtärke zur Anlage einer für Feuerhahn und Schlauch genügenden Niſche nicht aus, ſo iſt ſie durch einen Holzkaſten zu vergrößern (Fig. 142). Der Schlauch ruht kreisförmig zuſammengerollt auf dem hölzernen Boden des Kaſtens, der ebenſo wie das Deckbrett mit kleinen Löchern verſehen iſt, um etwas Luftzug zu bewirken.

Digitized by Google

Die etwa 10 m langen Schläuche der einzelnen Geschosse können durch messingene Schlauchverschraubung schnell zu bedeutender Länge verbunden werden. Reicht der Wasserdruck aus, so ist auch im Dachgeschoß ein Feuerhahn zu errichten, der allerdings vor dem Einfrieren möglichst zu schützen ist. Beim Aachener Brande (1883) hat sich die Einrichtung, die zum Abspritzen der Bürgersteige und der Fassaden vorhandenen Gummischläuche an den obersten Ausgußhahn anschrauben und die Oberfläche des Daches zum Schutze gegen Flugfeuer benetzen zu können, so vortrefflich bewährt, daß man diesem Umstande hauptsächlich die Rettung der Stadt zuschreibt.

Fig. 143.



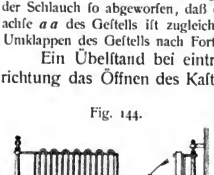
s. Strahlrohr.
f. Feuerhahn, mit dem der Schlauch unter Umständen verschraubt bleiben kann.

Ehe man die Schläuche nach angestellter, jährlich zu wiederholender Probe in die Kasten legt, wird man sie gehörig auslaufen und abtropfen lassen, indem man sie entweder zu den Hinterfenstern heraus oder in einem Treppenhause eine Zeitlang aufhängt. Alsdann werden sie getrocknet, indem man sie über zwei Riegel, die passend an einer Wand befestigt werden, auf- und abführt (Fig. 143[228]), ein Verfahren, welches z. B. auch die Berliner Feuerwehr anwendet. Schließlich bringt man sie fest gerollt in die Schlauchkasten. Eine Verbesserung gibt die Vorrichtung D. R.-P. Nr. 76150 von *F. Schultze* in Osnabrück (Fig. 144[229]).

Dieselbe wird nur durch die eine Handhabe, durch die Fortnahme des Strahlrohres in Tätigkeit gesetzt. Der stets aufgeschraubte Schlauch hängt derart auf dem Gestell, daß ein Stockigwerden vermieden wird. Bei Fortnahme des Strahlrohres wird der Schlauch so abgeworfen, daß ein Verschlingen beim Ausziehen nicht möglich ist. Die Drehachse *a a* des Gestells ist zugleich derart mit dem Wasserhahn verbunden, daß dieser sich beim Umklappen des Gestells nach Fortnahme des Strahlrohres selbsttätig öffnet[230]).

Ein Übelstand bei eintretendem Brande ist der, daß die vorbeschriebene Einrichtung das Öffnen des Kastens, Abwickeln des zusammengerollten Schlauches und Anschrauben an den Feuerhahn notwendig macht, wodurch einige kostbare Minuten verloren gehen. *Moormann* hat deshalb eine mit dem Feuerhahn verbundene Schlauchtrommel konstruiert, welche diese Übelstände vermeidet[230]).

Fig. 144.



Schultze's Schlauchanfhängung[229]).

Das Druckwasser tritt nach Öffnen des Niederschraubhahnes *a* (Fig. 145) durch die Öffnung *b* in die drehbar auf den Hahn gesetzte Hülse *c*, aus welcher es durch die Öffnung *d* mittels des Bogenstückes *g* in den Schlauch gelangt. Die Hülse *c* wird einerseits durch die ringförmige Backe *e* und andererseits durch die Verschlußkappe *f* festgehalten und wasserdicht geführt. Die Schlauchtrommel besteht aus einem Kerne von zusammengeschraubten Brettstücken und aus zwei offenen, hierauf befestigten Führungen aus dünnem Flacheisen. Der Schlauch soll sofort nach dem Gebrauche durch Drehen der Trommel aufgerollt werden. Letzteres erscheint für die Erhaltung nicht ganz zweckmäßig, da das Austrocknen in zusammengepreßtem Zustande zu lange dauern würde. Es empfiehlt sich vielmehr, den Schlauch zum Trocknen abzunehmen, dann ihn aber auch sofort wieder anzuschrauben, damit er für den Ernstfall bereit ist. Diese ganze Einrichtung ist von *H. Breuer & Co.* in Höchst a. M. zu beziehen[231]).

104. Sauge-schläuche.

Die Schläuche, erfunden 1672 durch *Jan van der Heide*, zerfallen in Saugeschläuche und Druckschläuche. Erstere werden aus Hanf, Guttapercha und Leder angefertigt. Um zu verhindern, daß beim ersten Zuge der Pumpe die äußere

[228]) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1886, S. 171.
[229]) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1894, S. 352.
[230]) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1886, S. 315.
[231]) Vergl. auch: Deutsche Bauz. 1888, S. 597. – Centralbl. d. Bauverw. 1885, S. 540; 1886, S. 171.

Digitized by Google

Luft den Schlauch zuſammendrücke, muß er mit Ringen verſteift werden. Meſſingdrahtſpiralen halten ſich am beſten, ſind aber teuer; Schläuche aus Guttapercha ſind zu ſteif und koſtſpielig; am beſten bewähren ſich Kautſchukſpiralſchläuche aus vulkaniſiertem Gummi. Die präparierten Hanfſpiralſchläuche ſind innen und außen mit einer Drahtſpirale verſehen; der Stoff iſt beſter italieniſcher Hanf, der inwendig mit vulkaniſiertem Kautſchuk belegt iſt. Die Lederſchläuche werden meiſt aus Kuhleder gefertigt, die Spirale eingenäht oder genietet; werden ſie gut in der Schmiere erhalten, ſo ſind ſie ſehr dauerhaft.

Der Saugeſchlauch endigt in einem Saugekopf aus Metall, Blech oder Gußeiſen, der in ſeinem Inneren ein Ventil und unter demſelben ein durchlochtes Kupferblech hat, um Unreinigkeiten zurückzuhalten. Iſt das Waſſer ſehr unrein, ſo iſt der Saugekopf noch mit einem aus Weiden geflochtenen Korbe zu umgeben.

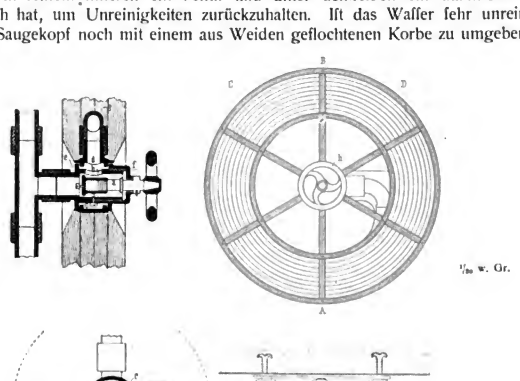


Fig. 145. $^1/_{10}$ w. Gr.

Moormann's Feuerhahn mit Schlauchtrommel.

105. Druckſchläuche.

Für Druckſchläuche iſt eine Weite von 40 bis 50 mm in der Regel ausreichend. Die deutſchen Feuerwehren verwenden hierzu vorzugsweiſe gummierte Hanfſchläuche, welche zugleich handlich und abſolut dicht ſind, während die Hanfſchläuche, welche entweder einfach oder doppelt aus rohem ungebleichten Flachs gewebt ſind, ſtets etwas Waſſer durchlaſſen. Gummidruckſchläuche leiden zu ſehr bei Erhitzung und ſind daher weniger zu empfehlen. Einzelne Schlauchſtücke von etwa 10 m Länge werden durch meſſingene Schlauchverſchraubungen zu größerer Länge verbunden. Bei Beſchaffung derſelben hat man ſich genau nach dem Gewinde der ſtädtiſchen Feuerwehr zu richten, um deren Schläuche erforderlichenfalls zur Verlängerung zu gebrauchen.

106. Stahlrohre und Mundſtücke.

Die Strahlrohre werden aus Meſſingguß oder aus Kupferblech hergeſtellt und dürfen nicht unter 30 cm lang ſein. Meiſtens ſind ſie koniſch und erhalten am

Digitized by Google

weiteren Ende ein für den Schlauch, am anderen ein für das Mundſtück paſſendes Gewinde.

Das Mundſtück, von deſſen richtiger Konſtruktion und unverſehrter Erhaltung die Intenſität des Strahles weſentlich abhängt, wird entweder in ganzer Länge koniſch oder auf die $1^1/_2$-fache Länge des Durchmeſſers gerade und erſt im vorderen Teile koniſch konſtruiert. Kommt es auf eine möglichſt weite Verbreitung des Strahles an, wie z. B. bei Zimmerbränden, ſo ſind Brauſemundſtücke zu wählen, welche je nach der Stellung der Radſcheibe das Waſſer als geſchloſſenen Strahl oder in vielen dünnen Strahlen austreten laſſen; in letzterem Falle wird das Mobiliar mehr geſchont.

107. Waſſereimer.

Iſt keine Waſſerleitung vorhanden, ſo ſind in jedem Geſchoſſe ein oder mehrere Waſſerbehälter von etwa 1 cbm Inhalt zur ſchnellen Verſorgung der Handſpritze aufzuſtellen. Häufig wird zur Füllung Alaunwaſſer benutzt, das aber das Holz des Kübels bald zerfrißt.

108. Hydranten, Standrohre, Balkone und Leitern.

Bei Gebäuden, in denen die Menge des angehäuften Zündſtoffes eine ſchnelle Verbreitung des Feuers fürchten läßt, muß man mehr darauf Bedacht nehmen, die Gefahr von außen her zu bekämpfen. Hierfür dienen in erſter Reihe Hydranten oder Feuerpfoſten, welche in der unmittelbaren Umgebung der Gebäude, in den Hofräumen derſelben etc. angelegt werden und die gleiche Konſtruktion erhalten, wie die in den ſtädtiſchen Straßen üblichen Hydranten der öffentlichen Waſſerleitung. Derartige Einrichtungen ſind ſelbſt bei ſtädtiſchen Gebäuden, ſobald dieſelben eine große Ausdehnung, namentlich nach der Tiefe hin, haben, nicht überflüſſig; denn die an den Straßenfronten vorhandenen öffentlichen Feuerwechſel können hauptſächlich nur zum Schutze der nach außen gelegenen Gebäudeteile dienen.

Über die Konſtruktion und Einrichtung der verſchiedenen Hydranten (der in Schächten eingebauten, ſolcher mit und ohne Selbſtentleerung, der Überflurhydranten etc.), ſowie der unter Umſtänden erforderlichen Standrohre etc. ſiehe Teil III, Band 4 (2. Aufl.: Art. 424, S. 430) dieſes „Handbuches“ [232]).

Um einen Brand von außen bekämpfen zu können, gewähren ferner eiſerne Balkone, die durch feſte oder eingehakte Leitern zugänglich ſind, brauchbare Angriffspunkte. So befindet ſich längs einer Spinnerei in Linden bei Hannover eine Anzahl ſchmiedeeiſerner Balkone, zu denen feſte eiſerne Leitern führen. Der Schlauchführer kann von dieſem geſicherten und rauchfreien Standpunkte aus viel ruhiger ſeine Tätigkeit entfalten als innerhalb des brennenden Gebäudes; auch wird die Zeit für das Herbeiſchaffen der Leitern geſpart.

109. Zuſatz zum Löſchwaſſer.

Durch Zuſatz von gewiſſen Chemikalien zum Waſſer kann die Löſchwirkung weſentlich erhöht werden. So wird die Wirkung der patentierten „Affekuranzſpritze“ (Patent *Ludin & Co.* in Stockholm, zu beziehen von *Siegfried Bauer* in Bonn), die auch ohne dieſen Beiſatz als Handſpritze zu empfehlen iſt, auf das Neunfache verſtärkt, wenn dem Waſſer eine aus anorganiſchen Produkten zuſammengeſetzte Feuerlöſchmaſſe zugeſetzt wird, welche die Eigenſchaft hat, die brennenden Stoffe zu imprägnieren und unter dem Einfluß der Hitze Gaſe zu bilden, welche die Flamme erſticken; das Nachfüllen der Chemikalien bedarf keiner Sachkenntnis [233]). Dieſer Apparat iſt von *Bauer* verbeſſert und wird jetzt unter dem Namen „Feuer-Annihilator“ verkauft. Nach vorgelegten Zeugniſſen hat er ſich in zahlreichen Fällen bewährt.

[232]) Siehe auch: Feuerhydrant mit angeſchraubtem Schlauch. Patent Moormann. Wiener Bauind.-Ztg., Jahrg. 4, S. 424.
Feuerhahn mit Schlauchtrommel. Centralbl. d. Bauverw. 1886, S. 315.
Hilgers. Feuerlöſchhahn mit feſt angeſchraubtem Schlauch. Deutſche Bauz. 1886, S. 597.

[233]) Siehe: Centralbl. der Bauverw. 1881, S. 358.

Digitized by Google

Ähnlich ist der „Feuerlöscher“ von *J. H. Bade* in Hamburg. Er wird gefüllt mit „Pyrocid“, einer aus verschiedenen anorganischen Stoffen zusammengesetzten Flüssigkeit, die u. a. Chlorcalcium zur Inkrustierung der brennenden Gegenstände enthält.

110. Brunnen mit Steigrohr.

Jeder Brunnen läßt sich durch Einbau eines Windkessels mit Steigröhre zu Löschzwecken einrichten. Eine besondere Art ist der „Löschbrunnen“ System *A. v. Kieter* in Dresden, welcher einen Druck von 4 Atmosphären erzielt und an jedem Brunnen, selbst an solchen mit Holzröhren, angebracht werden kann. Wo mehrere Brunnen vorhanden sind, läßt sich ein noch kräftigeres Löschsystem durch Anwendung eines eigens konstruierten „Rückschlagventil-Strahlsammlers“ ausbilden.

111. Besondere Wasserbehälter.

Bei Errichtung ausgedehnter Gebäude hat man sich die Frage vorzulegen, ob im Falle eines Brandes das zur Verfügung stehende Wasser auch ausreichen wird. Hierbei darf man sich namentlich über die Leistungsfähigkeit der ausgiebigsten städtischen Wasserleitungen nicht täuschen, da die gewöhnliche Zuströmungsgeschwindigkeit von $1{,}00^{m}$ in der Sekunde für die Speisung einer größeren Zahl von Brandspritzen nicht genügt. Eine Dampfspritze braucht in der Stunde 80^{cbm}, eine Handspritze 10^{cbm} Wasser. Es wird daher nötig sein, neben der Wasserleitung noch größere Wasserbehälter anzulegen, von denen einige zur sofortigen Bekämpfung der Gefahr innerhalb, einige andere zur Versorgung der Brandspritzen außerhalb des Gebäudes, am besten unter der Erde, liegen müssen.

Eigenartige Druckbehälter, welche auf dem System des bekannten „Heronsbrunnens“ beruhen, hat *G. Stumpf* in Berlin konstruiert [284]). Die Größe der Druckbehälter, mit denen 1885 bereits 3 Petersburger Theater versehen waren, ist so bemessen, daß 2 Spritzenmundstücke von 12^{mm} Ausfluß, wenn sie von mehreren Druckbehältern gespeist werden, $^1/_2$ Stunde lang wirken können; werden sie nur von einem derselben gespeist, so wirken sie $^1/_4$ Stunde lang. Die Erfindung bezweckt, bei Wasserleitungen von ungenügendem Drucke gleich bei Entdeckung eines Brandes einen starken, hoch und weit reichenden Wasserstrahl zu erzielen.

112. Wasservorhang.

Anfang 1889 wurde im Jodrel-Theater zu London der eiserne Vorhang durch einen „Wasservorhang“ ersetzt, den sein Erfinder „Niagaravorhang“ nennt. Er besteht aus etwa 500 Wasserstrahlen, die in ihrem Sturze so zusammentreffen, daß sie einen Wasserfall bilden, welcher das Durchschlagen der Flamme unmöglich machen soll.

113. Selbsttätige Löscheinrichtungen.

Selbsttätige Löscheinrichtungen sind hauptsächlich in Baumwollenspinnereien und in Theatern in Anwendung. Sie bestehen grundsätzlich aus einem in größerer Höhe über dem Fußboden angebrachten Röhrensystem, welches derart mit Löchern versehen ist, daß bei einem mittleren Drucke in der Wasserleitung eine zu schützende Fläche vollkommen mit Wasser benetzt wird. Der Erfolg dieser sog. Regenvorrichtungen ist ein vollständiger. Allerdings sind hiermit folgende Nachteile verbunden: 1) es ist schwer, sich jederzeit von dem richtigen Funktionieren der Regenvorrichtung zu überzeugen; 2) mit der Benutzung ist ein bedeutender Wasserverbrauch verbunden; 3) die Befürchtung liegt nahe, daß in der Beflürzung die Vorrichtung auch bei ganz unbedeutenden Bränden, wie sie leicht mit der Handspritze gelöscht werden können, in Anwendung gebracht und dadurch bedeutender Schaden verursacht wird; 4) eine Vereinigung der Wassermasse auf den eigentlichen Herd des Feuers ist nicht möglich; ist der Regen aber nicht sehr kräftig, so wird er nach obigem eher eine Vermehrung als eine Verminderung der Flammen herbeiführen.

[284]) Siehe: Deutsche Bauz. 1885. S. 200.

Digitized by Google

Im Münchener Hoftheater ift eine derartige Einrichtung im Jahre 1874 durch den Hoftheaterinfpektor *Stehle* angelegt [285]). 8 Waffcrbehälter mit 66 000 l Inhalt beforgen die Speifung. Die Regenvorrichtung befteht aus 3 Syftemen, von denen jedes den dritten Teil der Bühne beherrfcht. Der Waffervorrat ift fo bemeffen, daß der ganze Apparat 3 Minuten, jedes Drittel 10 Minuten in Tätigkeit fein kann, ohne daß die Pumpwerke nachzufüllen brauchen. Die an den Trägern des Schnürbodens aufgehängten Kupferröhren von etwa 9 cm Durchmeffer und $1^1/_2$ mm Wandftärke find an der unteren Hälfte mit 9 Reihen verfetzter Löcher von 1 mm Weite verfehen, und zwar kommen auf das laufende Meter 180 Löcher. Durch Handgriffe, welche fowohl auf der Hauptmafchinengalerie, als auch auf der Bühne angebracht und durch ein verfchloffenes Holzkäftchen gefichert find, werden die Ventile gezogen. Bei angeftellter Probe wurde ein Drittel der Bühne, etwa 266 qm Fläche, 30 Sekunden lang überftrömt, wobei 3200 l Waffer verbraucht wurden. Jedem der Anwefenden drängte fich hierbei die Überzeugung auf, daß durch einen folchen Sturzregen felbft ein Brand von größerer Ausdehnung gelöfcht werden müffe. Von der Vorrichtung foll erft dann Gebrauch gemacht werden, wenn die vorhandenen Spritzen das Feuer nicht mehr beherrfchen können.

Solche Proben werden im Budapefter Theater jährlich zweimal, im Darmftädter Hoftheater jährlich einmal angeftellt. *Eberhard* in Gotha nimmt fie jedesmal für nur ein Sprengrohr vor, unter welchem eine Holzrinne angehängt ift. Im Stadttheater zu Straßburg werden Segeltuch-Schiffsdecken untergehängt.

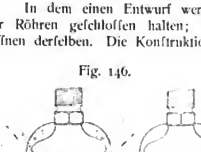
Im Hoftheater zu Gotha ift eine ähnliche Einrichtung, jedoch mit Benutzung der ftädtifchen Waffcrleitung, getroffen, ferner neuerdings in Frankfurt a. M. Die Vorrichtungen haben fich in München am 23. Auguft 1879 und in Frankfurt a. M. am 10. Februar 1881 bei Bränden bewährt.

In der Baumwollenfpinnerei von *Lowell* im gleichnamigen Orte in Amerika wurden 1845 zum erften Male die fog. Sprenger eingeführt. Spinnereien find teils durch die fehr große Umdrehungsgefchwindigkeit der rotierenden Teile, teils durch Selbftentzündungen einer fo fchnellen Feuersgefahr ausgefetzt, daß Hydranten zur Löfchung nicht ausgereicht haben. Die Sprenger, wagrechte Röhren dicht unter der Decke, in einem Abftande von etwa 2,50 m, haben am Anfange 4, am Ende 2 cm Durchmeffer; die Löcher haben 48 cm Abftand auf jeder Seite der Röhre und 2 mm Durchmeffer. Da das Waffer mit beträchtlicher Stärke austritt, fo wird es zunächft längs der Decke hingehen, um dann tropfenweife zu Boden zu fallen. In der Minute kann jeder Raum 1 cm hoch mit Waffer bedeckt werden; alfo wird die Wirkung eines ftarken Gewitterregens erreicht. Diefes von *Lowell* erfundene Syftem hat in Amerika eine weite Verbreitung gefunden und hat fich in zahlreichen Fällen bei beginnenden Bränden bewährt.

Von Wichtigkeit ift es, die Regenvorrichtungen bei ausbrechendem Feuer fofort felbfttätig wirken zu laffen. Zwei intereffante Projekte hierfür hat *Hiram Maxim* in Paris aufgeftellt [286]). In beiden ift verfucht worden, der Vergeudung von Waffer und Befchädigung vorläufig nicht gefährdeter Teile dadurch vorzubeugen, daß vom Röhrennetz nur diejenigen Partien in Tätigkeit kommen, welche fich über der brennenden Stelle befinden.

In dem einen Entwurf werden hierfür brennbare Fäden angewendet, welche die Hähne der Röhren gefchloffen halten; im anderen vermitteln Pyrometer auf elektrifchem Wege das Öffnen derfelben. Die Konftruktion der Hahnverfchlüffe ift beachtenswert. Mit dem Hahn verbunden ift ein lotrecht ftehender, in fchwerem Gewichte endigender, hammerartiger Hebel, welcher durch eine ganz geringe Kraft zum Kippen gebracht werden kann und fo mit Leichtigkeit die Reibung überwindet.

Fig. 146.



In Tätigkeit. *Geſchloſſen.*

Parmelee's felbfttätige Löfchbrauſe.

Praktifcher ift die von *Parmelee* zu New-Haven erfundene felbfttätige Löfcheinrichtung, welche auf der Anwendung eines leicht fchmelzbaren Metalles beruht.

An jeder Sprengröhre find in 3 m Entfernung Brauſen (Fig. 146) angebracht. Diefe beftehen aus einem Ventil, welches durch einen Hebel und eine Hebelftütze an das Ventilgehäufe gepreßt wird. Die Hebelftütze ift mit einem bei 70 Grad C. fchmelzenden Metall an einen mit

[285]) Siehe: Journ. f. Gasb. u. Waff. 1876, S. 115.
[286]) Siehe: *Revue industr.* 1882, S. 143.

Digitized by Google

dem Ventilgehäuse verbundenen Meſſingbügel angelötet. Ausbrechendes Feuer bringt das Lot zum Schmelzen; Hebel und Stütze fallen herunter, und das Ventil öffnet ſich. Das dadurch frei werdende Waſſer ſtürzt auf den Ventilteller und ſprüht gegen Decke und Fußboden. Gleichzeitig wird durch die Bewegung des ſtrömenden Waſſers ein Ventil in der Hauptleitungsröhre ausgeſchaltet, welches durch ein Läutewerk den Wächter alarmiert. Im Winter werden die Röhren entleert, füllen ſich aber ſelbſttätig, ſobald eine Brauſe ſich löſt. Den Vertrieb für Deutſchland haben ***Walther & Co.*** in Kalk bei Cöln übernommen.

Wenn ſich die für den Winter getroffene Einrichtung wirklich bewährt, ſo würde damit ein vorzügliches Mittel gegeben ſein, eiſerne Säulen gegen Glühendwerden zu ſchützen, indem man dieſe zu den Hauptröhren benutzt. (Siehe Art. 73, S. 98.)

114. Löſchen mittels Waſſerdampf.

Bei Bränden in geſchloſſenen Räumen bietet der Waſſerdampf ein vielfach empfohlenes Löſchmittel. Die Wirkung desſelben beruht darauf, daß die für die Ernährung eines Feuers notwendige atmoſphäriſche Luft vertrieben, dem Brande alſo die Nahrung entzogen wird. Zuerſt hat ***Waterhouſe*** 1833 das Löſchen vermittels Dampf vorgeſchlagen, hat aber ſelbſt gefunden, daß derſelbe das Glimmen nicht hindert, welches ſich bei ſtärkerem Luftzutritt ſofort wieder in helle Flamme verwandelt. Gewiß erſcheint es unrationell, neben einem bereits vorhandenen Feuer noch ein zweites anzuzünden, nur um Dampf zu erzeugen, während der auf die Brandſtelle geſchleuderte Waſſerſtrahl ſich ſofort und ohne weiteres in Dampf verwandelt.

Indeſſen hat man in vielen Fällen eher Dampf zur Hand als Waſſer und Spritzen, und wenn es nur gelingt, das Feuer durch den Dampf eine Zeitlang hinzuhalten, ſo iſt damit ſchon viel gewonnen. In allen Fällen, wo Räume von Dampfleitungen für Heiz-, Trocken- oder ſonſtige Zwecke durchzogen werden, wird es immer zweckmäßig ſein, Vorkehrungen an denſelben zu treffen, welche das ſofortige Ausſtrömen von Dampf bewirken. Einen Erfolg kann man ſich allerdings nur verſprechen, ſolange die Fenſterſcheiben ganz bleiben, alſo nur wenig atmoſphäriſche Luft zutreten kann. Das Atmen wird erfahrungsmäßig durch den Waſſerdampf nicht weſentlich behindert. Dieſes Verfahren wird ſich bei Bränden in Kellern und abgeſchloſſenen Lager- und Fabrikräumen empfehlen.

So fand in der ſchon genannten Spinnerei in Linden 16 Dampfventile angebracht, um Dampf mit 30 kg Druck von 6 Cornwallkeſſeln vermittels geeigneter, außerhalb des Gebäudes angebrachter Kettenzüge in die verſchiedenen Räume zu preſſen [227]).

Man hat die Dampflöſcheinrichtungen auch ſelbſttätig wirkend konſtruiert, indem man z. B. die Enden der Dampfröhren durch kurze angelötete Röhrenſtücke aus einer leicht flüſſigen Legierung von Blei und Zinn abſchließt, welche, um das ein etwaiges Schmelzen erſchwerende Kondenſationswaſſer zu verdrängen, zum Teile mit Harz ausgefüllt werden [228]).

Ob man, wie vorgeſchlagen, auch bei Theaterbränden dieſe Art des Löſchens in Anwendung bringen kann, iſt eine noch offene Frage. Gefährlich ſcheint es, durch den Waſſerdampf einen ſtarken Nebel zu erzeugen, in dem ſich das geängſtigte Publikum nicht zurecht finden kann. Auch wird die Wirkung des Dampfes weſentlich beeinträchtigt werden, ſobald die ſo wünſchenswerten Vorrichtungen, welche einen ſchnellen Abzug der Rauchgaſe bewirken, vorhanden ſind.

115. Löſchen mittels Kohlenſäure.

Eine ähnliche Wirkung wie der Dampf hat die Kohlenſäure. Der Extinkteur, 1864 von ***Vignon & Chartier*** in Paris erfunden, iſt eine tragbare, aus Blech konſtruierte Vorrichtung, welche Waſſer und außerdem kohlenſäurehaltige Subſtanzen enthält. Die ſich entwickelnde Kohlenſäure übt auf die Flüſſigkeit einen ſtarken Druck aus. Am Boden des Gefäßes iſt eine Ablaßröhre mit Hahn nebſt Gummi-

[227]) Siehe: Mitth. d. Gwb.-Ver. f. Hannover 1860, S. 251.

[228]) Siehe auch: Verwendung des Dampfes zu Feuerlöſchzwecken. Centralbl. d. Bauverw. 1883, S. 146.
D. R.-P. Nr. 21692: Automatiſcher Feuerlöſchapparat von *Victor Vankeerberghen* in Brüſſel.

Digitized by Google

ſchlauch und Mundſtück angebracht. Wird der Hahn geöffnet, ſo entladet ſich der Inhalt in ſcharfem Strahle bis auf 10 m Entfernung. Die Vorrichtung wird beim Gebrauche wie ein Ranzen auf den Rücken genommen, mit der Linken der Hahn geöffnet und mit der Rechten das Mundſtück gehandhabt.

Die Füllung der zuerſt ausgeführten Apparate beſtand aus doppelt kohlenſaurem Natron und Weinſteinſäure, den bekannten Stoffen zur Herſtellung des Braufepulvers. *Zabel* in Quedlinburg wendet ſtatt der Weinſteinſäure Schwefelſäure an. Die Konſtruktion hat mannigfache Veränderungen und Verbeſſerungen erfahren.

Ein Nachteil des Extinkteurs beſteht darin, daß die vorrätige Löſchmaſſe bald erſchöpft iſt. Die Neufüllung will gelernt ſein und verurſacht Zeitverluſt. Das Gewicht von etwa 50 kg auf dem Rücken erfordert einen kräftigen Mann; der ausfließende Strahl erzeugt einen Rückſtoß, den man mit dem Körper beherrſchen muß, um nicht umgeworfen zu werden; die Bedienung kann alſo einem Ungeübten nicht überlaſſen werden. Die Vorrichtung empfiehlt ſich mithin nur da, wo ſtändig ein Hausmeiſter und dergl. ſich befindet, alſo für öffentliche Gebäude, Villen, Gaſthöfe, Fabriken, ganz beſonders für Schiffe, und wird in ſolchen, ſolange der Brand einen nur mäßigen Umfang angenommen hat, vortreffliche Dienſte leiſten.

Flüſſige Kohlenſäure zum Erzeugen des erſten Druckes in den Dampfkeſſeln der Dampfſpritzen iſt mehrfach benutzt worden [238]).

Bei der Kohlenſäure-Druckſpritze von *Raydt*, von der Maſchinenfabrik Deutſchland in Dortmund fabriziert, wird die Kohlenſäure in flüſſigem Zuſtande angewendet.

Ein leichtes zweirädriges Fahrzeug trägt einen Waſſerkeſſel von 300 l Inhalt mit Schlauch und Strahlrohr; hinter demſelben befinden ſich zwei ſtarke, ſchmiedeeiſerne Flaſchen mit flüſſiger Kohlenſäure. Durch Abſperrventile verſchließbare Kupferröhren verbinden die Flaſchen mit dem Waſſerkeſſel. Öffnet man eines der Ventile, ſo drückt die Kohlenſäure auf das Waſſer (mit etwa 40 Atmoſphären Druck) und ſchleudert dasſelbe kräftig aus dem Strahlrohr [238]).

116. Sonſtige Löſchvorrichtungen.

Der auf den Schiffen der engliſchen Marine eingeführte *Fire-Annihilator* von *Philipps* löſcht das Feuer ausſchließlich durch Verdrängung der atmoſphäriſchen Luft.

Es wird eine Maſſe, aus Holzkohlenpulver, Kokepulver, Kaliſalpeter und Gips beſtehend, durch Eintreiben eines Stiftes entzündet und in Dampf verwandelt. Die Erfindung hat ſich in vielen Fällen bewährt; dennoch hat der geiſtreiche Erfinder nicht verhüten können, daß ſeine Fabrik mit ſämtlichen Annihilatoren abbrannte, wodurch jedoch der Wert ſeines Löſchmittels für geſchloſſene Räume nicht beeinträchtigt wird.

Eine ähnliche Wirkung hat die *Bucher*'ſche Löſchdoſe, erfunden 1846 von *Kühn*.

Die Maſſe beſteht aus 66 Vomhundert Salpeter, 30 Vomhundert Schwefel und 4 Vomhundert Kohle; die Löſchkraft derſelben beruht auf der ſtarken Entwickelung ſchwefeliger Säuren. Der Stadtrat zu Marienburg hat in Anerkennung der Nützlichkeit dieſer Erfindung unterm 2. Juni 1875 angeordnet, daß alle Etabliſſements, in denen Spirituoſen, Öl, Teer, Petroleum, Photogen, Ligroin etc. auf Lager gehalten werden, ſich mit einer genügenden Anzahl *Bucher*'ſcher Löſchdoſen zu verſehen hätten. Die Wirkung hat ſich bei Bränden von Fetten und Spriten, für welche das gewöhnliche Löſchverfahren nicht ausreicht, ſo kräftig gezeigt, daß auch bei geſprengten Fenſterſcheiben die Flamme erloſch.

117. Löſchgranaten.

„Imperial-Granaten-Feuerlöſcher“ erfordern ein nahes Herantreten an den Herd des Feuers, was oft wegen der Rauchentwickelung nicht möglich ſein wird. Feuerlöſchende Dämpfe oder Gaſe erzeugen ſie nicht; das in der Flüſſigkeit enthaltene Chlorcalcium iſt nicht geeignet, eine das Feuer völlig erſtickende Kruſte zu bilden. Ähnliches trifft bei dem „Patent-Ready-Feuerlöſcher“ zu.

[238]) Siehe: Centralbl. der Bauverw. 1888, S. 114.

[238]) Siehe auch: Wochſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1883, S. 63.

Digitized by Google

118. Selbstthätige Feuerlärmer.

Zum Schlusse hätten wir noch diejenigen Vorrichtungen zu betrachten, welche selbstthätig ein in einem geschlossenen Raume ausbrechendes Feuer, bezw. eine außergewöhnliche Steigerung der Temperatur anzeigen. Dies sind die selbstthätigen Feuerlärmer oder Feuermeldevorrichtungen, auch Feuerautomaten genannt. Sie werden entweder als Luftdrucktelegraphen oder als elektrische Telegraphen konstruiert. Da sich in jedem Raume mindestens einer, in großen Räumen, z. B. im Zuschauer- oder Bühnenraum von Theatern, sogar mehrere derartige Vorrichtungen befinden müssen, so folgt, daß ein ausgedehntes Gebäude eine große Menge von solchen Vorrichtungen aufweisen muß. Das Feuersignal wird nach dem Wächterzimmer hin gegeben, indem daselbst eine Lärmglocke in Thätigkeit gesetzt wird. Von den zahlreichen Erfindungen können wir hier nur einige wenige anführen.

Auf dem Grundgedanken der Luftdrucktelegraphen beruht der Apparat von ***Bach*** in Hannover. Eine Glasflasche ist durch einen mit einer zarten Gummihaut bespannten Blechtrichter luftdicht verschlossen. Eine äußere Temperaturerhöhung wirkt durch Ausdehnung der Luft im Inneren der Flasche auf das Gummihäutchen, welches diesen Druck auf einen mit dem Trichter in Verbindung stehenden Luftdrucktelegraphen überträgt. Für eine größere Anzahl von Automaten wird der pneumatische Betrieb zu verwickelt und dadurch unsicher.

Die elektrischen Feuerlärmer können mit Arbeits- oder mit Ruhestrom arbeiten, d. h. im Moment der Feuermeldung wird entweder der Strom geschlossen oder unterbrochen. Nach ersterem Grundgedanken waren die älteren Vorrichtungen konstruiert. Das durch Erwärmung in der gläsernen Thermometerröhre aufsteigende Quecksilber berührt an einer Stelle, die etwa bei 50 Grad der Thermometerskala liegt, zwei Drahtspitzen von Platin, welche in einem Rohr einander gegenüber stehen und die entgegengesetzten Pole einer galvanischen Batterie bilden, deren Strom nunmehr, bei der Berührung durch Quecksilber geschlossen, ein Läutewerk in Bewegung setzt. Bei anderen derartigen Apparaten wird das Quecksilber durch Ausdehnung der Luft, durch Wasser-, Äther- oder andere Dämpfe in einem Röhrchen gehoben und zum Kontaktpunkte geführt. Bei noch anderen wird der Strom durch ein herabfallendes Gewicht geschlossen, welches bis dahin an einem Ringe aus leicht schmelzbarer Legierung aufgehängt war. Der Mangel dieser Vorrichtungen besteht darin, daß man niemals eine Kontrolle hat, ob sie bei eintretender Gefahr wirklich in Thätigkeit treten werden.

Zuverlässiger sind diejenigen Vorrichtungen, welche auf dem Grundgedanken des Ruhestromes beruhen, also im Moment der Feuermeldung eine Unterbrechung des Stromes bewirken. Sobald nämlich an irgend einer Stelle die Leitung schadhaft geworden ist, ertönt ebenfalls die Lärmglocke. Nachdem man sich überzeugt hat, daß dies nur „blinder Lärm“ gewesen ist, wird man die schadhaft gewordenen Stellen aufsuchen und ausbessern. Die Glocke kann auch mittels eines Tasters in Thätigkeit gesetzt und zum Rufen der Diener benutzt werden. Bei ausgedehnteren Etablissements wird es nötig sein, auch den Ort der Gefahr nach dem Wächterzimmer zu melden. Dies geschieht mittels der in Gasthöfen etc. üblichen Nummerneinrichtungen. (Siehe Teil III, Bd. 3 dieses „Handbuches“, Abt. IV, Abschn. 2, C, Kap.: Elektrische Haus- und Zimmertelegraphen.)

Bezüglich der Sondereinrichtung der Feuerlärmer verweisen wir auf die unten[211]) namhaft gemachten Quellen.

---

[211]) Feueralarm-Apparate von ***Sickert & Loffier.*** Haarmann's Zeitschr. f. Bauhdw. 1873, S. 166.

Terrier, Ch. ***Un révélateur d'incendie. Gaz. des arch. et du bât.*** 1874, S. 44.

Heeren. Selbstthätige Feueralarmsignale. Wochschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1877, S. 187.

Ziemminski, S. Ueber einen neuen Feuer-Signalapparat. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1878, S. 378.

Elektrischer Feueralarmapparat von ***de Gaulne & Mildé.*** Deutsche Allg. Polyt. Ztg. 1878, S. 454.

Elektrischer Feuer-Alarm-Apparat. Schweiz. Gwbbl. 1878, S. 152.

Zetzsider, L. Der Pyrograph. Elfenb., Bd. 10, S. 143.

Elektrischer Feuer-Alarmapparat. Maschinenb. 1879, S. 53.

Automatischer Feueranzeiger. Maschinenb. 1879, S. 237.

Uppenborn, F. Elektrischer Signalapparat für das Eintreten einer bestimmten höheren Temperatur. Zeitschr. f. ang. Elektr. 1879, S. 110.

Fein, W. E. Automatischer Feuersignal-Apparat. Zeitschr. f. ang. Elektr. 1879, S. 166.

Brasseur's selbstthätiger Feuermelder. ***Moniteur industr.*** 1879, S. 467. Polyt. Journ., Bd. 235, S. 42.

Lindner, M. C. A. Heinrich's selbstthätige Feuermelde-Apparate. Elektrotechn. Zeitschr. 1880, S. 173.

Das Feueralarm-System der ***Exchange Telegraph Company.*** Elektrotechn. Zeitschr. 1880, S. 297.

Moncel, Th. du. ***Systèmes électriques pour les annonces d'incendie. La lumière électrique*** 1880, Nr. 13, 15.

Selbstthätiger Feuermelder. Maschinenb. 1881, S. 106.

Digitized by Google

Literatur

über „Sicherungen gegen Feuer".

On the conſtruction of houſes for the prevention of fires. Builder, Bd. 8, S. 241.

Braidwood, J. *Fires: the beſt means of preventing and arrefting them, with a few words on fire proof ſtructures. Builder,* Bd. 14, S. 259, 308.

Ueber Vorrichtungen zum Feuerlöſchen in Fabrikgebäuden. Allg. Bauz. 1859, S. 287.

Ahlers. Die Feuerlöſch-Einrichtungen der Hannöverſchen Baumwollſpinnerei und Weberei in Linden. Mitth. d. Gwbver. f. Hannover 1860, S. 251.

Francis. Vorrichtungen zum Schutz gegen Feuersgefahr in den Lowell-Fabriken. Nach *Mechan. magaz.*, N. S., Bd. 13, S. 351. Polyt. Journ., Bd. 178, S. 93.

Harrison. Einrichtungen zum Schutz gegen Feuer in Gebäuden. Wieck's ill. Gwbztg. 1865, S. 173.

Der Extincteur. Deutſche Bauz. 1869, S. 486.

Buttrick. Ueber die Apparate für die Verwendung der Kohlenſäure zur Feuerlöſchung. Deutſch von A. Ott. Deutſche Ind.-Ztg. 1869, S. 442.

Hoffmann's Syſtem feuerſicherer Maſſivbauten in Anwendung auf das Wohnhaus. Haarmann's Zeitſchr. f. Bauhdw. 1870, S. 1.

Douglas. *Extinguiſhing fires in buildings. Scientific American,* Bd. 21, S. 357.

Verbeſſerter Extincteur. Deutſche Bauz. 1872, S. 410.

Neue Löſchvorrichtungen für Theater. Zeitſchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1872, S. 484.

De l'action du feu ſur les matériaux de conſtruction. Gaz. des arch. et du bât. 1872, S. 134.

Weidenbusch. Anwendung des Waſſerdampfes zum Feuerlöſchen. Polyt. Journ., Bd. 206, S. 411; Bd. 207, S. 78. Maſchin.-Conſtr. 1873, S. 53. Polyt. Centralbl. 1873, S. 102.

Sommer. Ueber Anwendung des Waſſerdampfes als Feuerlöſchmittel. Polyt. Journ., Bd. 208, S. 281.

Owen, J. O. *On fireproof building. Builder,* Bd. 32, S. 48.

Harrison. *Protection againſt fire. Iron,* Bd. 3, S. 233. *Scientific American,* Bd. 30, S. 227.

Epplen, C. Die neue Feuer-Löſcheinrichtung im Bühnenhauſe des kgl. Hof- und National-Theaters zu München. Journ. f. Gasb. u. Waſſ. 1876, S. 115.

Jung, L. Die Feuerſicherheit in öffentlichen Gebäuden. München 1879.

Labrousse, C. *Les incendies dans les uſines et établiſſements induſtriels; moyens préventifs et d'extinction.* Lille 1879.

Eiſerner Schutz-Vorhang im Poſener Stadt-Theater. Deutſche Bauz. 1879, S. 509.

Die Stott'ſche feuerfeſte Conſtruction bei Fabrikanlagen. Romberg's Zeitſchr. f. prakt. Bauk. 1879, S. 288.

Elektriſcher Feuermelder, Maſchinenb. 1881, S. 328.

Bambach, P. Verbeſſerter Feuer- und Einbruch-Aviſeur. Zeitſchr. f. ang. Electr. 1881, S. 214.

Selbſtthätiger Feuermelder von Brown & Boden. Zeitſchr. f. ang. Electr. 1881, S. 377.

Evrard, F. *L'électricité dans ſes applications aux annonces d'incendie. Revue induſtr.* 1881, S. 68.

Nelius. *Avertiſſeurs électriques d'incendie. La lumière électrique* 1881, Nr. 12.

Les avertiſſeurs des incendies. L'électricité 1881, Nr. 14, 17.

Géraldy, F. *Les avertiſſeurs d'incendie. La lumière électrique* 1881, Nr. 46.

Avertiſſeur d'incendie de Soulandié. L'électricité, Bd. 4, Nr. 15.

Avertiſſeur d'incendie. L'électricité, Bd. 4, Nr. 20, 24.

Tissandier, G. *Les avertiſſeurs d'incendie. L'électricien,* Bd. 1, Nr. 3.

Feuermelder von O. Dupré in Paris. Polyt. Journ., Bd. 244, S. 140.

Hefner-Alteneck, F. v. Feuermelder und Wächter-Kontrolapparat für feuergefährliche Anlagen von Siemens & Halske in Berlin. Elektrotechn. Zeitſchr. 1882, S. 105.

Avertiſſeur-extincteur automatique d'incendie de M. H.-S. Maxim. *Revue induſtr.* 1882, S. 143.

Tafler für elektriſche Läutewerke mit Feuersgefahranzeiger. Polyt. Journ., Bd. 244, S. 45.

Hasr. Elektriſcher Feuermelder. Centralbl. f. Elektrotechnik 1882, S. 408.

Automatiſche Feuermelde-Apparate für abgeſchloſſene Räume nach C. A. Heinrich. Skizzenbuch f. d. Ing. u. Maſch. 1883, Bl. 1.

The Vienna electrical exhibition. VI. Fire alarms. Engng., Bd. 36, S. 422.

Selbſtthätiger, ſelbſtſchließender und mit Alarmglocken verſehener Feuerlöſch-Apparat. Baugwks.-Ztg. 1884, S. 547.

Neuerungen an elektriſchen Feuermeldern und Sicherheitsvorkehrungen bei Feuersgefahr. Polyt. Journ., Bd. 251, S. 164.

Naglo. Ueber elektriſche Vorrichtungen für Feuerſignale und Feuermeldungen. Glaser's Ann. f. Gwbe. u. Bauw., Bd. 14, S. 28.

Selbſtthätige Feuerlöſch-Einrichtung mit Feueralarm-Apparat. Geſundh.-Ing. 1885, S. 259. Deutſche Bauz. 1885, S. 262.

Feuerlöſch- und Alarm-Apparat für Gebäude. Maſchinenb. 1885, S. 438.

Avertiſſeurs d'incendie. Revue induſtr. 1885, S. 275.

Der patentirte elektriſche Feuermelder von O. Mootz in Mainz. Deutſche Bauz. 1886, S. 335.

Automatiſcher Feuermelder für abgeſchloſſene Räume. C. A. Heinrich's Patent. Baugwks.-Ztg. 1891, S. 791.

Digitized by Google

DOEHRING, W. Handbuch des Feuerlöfch- und Rettungswefens mit befonderer Berückfichtigung der Brandurfachen und baulichen Verhältniffe, fo wie der neueften Apparate. Berlin 1881.
Eiferne Theatervorhänge. Wochbl. f. Arch. u. Ing. 1881, S. 523.
Feuerlöfcheinrichtung in der Bierbrauerei „Zum Spaten“ in München. Gefundh.-Ing. 1881, S. 203.
SAUVAGEOT, L. *Le feu dans les théâtres et l'ordonnance du préfet de police du 16 mai 1881.* *Gaz. des arch. et du bât.* 1881, S. 307.
FLECK, H. Ueber Flammenficherheit und Darftellung flammenficherer Gegenftände. Dresden 1882.
HEATHMAN, J. H. *The preservation of life and property.* London 1882.
SCHEMFIL, H. Ueber feuerfichere Anlage großer Bauten. Allg. Bauz. 1882, S. 31.
Ueber Feuerfchutz-Maßregeln in Theatern. Deutfche Banz. 1882, S. 30, 51, 95.
Der Schutzvorhang des Walhalla-theaters in Berlin. Wochbl. f. Arch. u. Ing. 1882, S. 25.
EBELING. Ueber einige in Berliner Theatern ausgeführte eiferne Vorhänge. Wochbl. f. Arch. u. Ing. 1882, S. 60.
EBELING. Die Anordnung eiferner Vorhänge in Theatern. Wochfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1882, S. 181.
STUMPF, G. Feuerlöfch-Einrichtungen bei großen öffentlichen Gebäuden. Gefundh.-Ing. 1882, S. 633.
SIEMENS, W. Elektrizität gegen Feuersgefahr. Elektrotechn. Zeitfchr. 1882, S. 1, 7.
Ein neuer feuerficherer Theatervorhang. Deutfches Baugwksbl. 1882, S. 81.
POTTER, TH. *Fires at country manfions; fome fuggeftions for their prevention.* *Builder*, Bd. 43, S. 820. *Architect*, Bd. 28, S. 385.
A fire-proof ftructure. *Building news*, Bd. 43, S. 627.
SCHOLLE, F. Ueber Imprägnationsverfahren als Schutzmaßregel gegen Feuersgefahr. Dresden 1883.
KRAFT, M. Sicherheit gegen Feuersgefahr in Theatern. Wochfchr. d. öft. Ing.- u. Arch.-Ver. 1883, S. 14.
WEIDTMANN, J. Feuerlöfcher mit flüffiger Kohlenfäure. Wochfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1883, S. 68.
PFISTER, R. Feuerficherer Verfchluß von Bühnen-Oeffnungen in Theatern. Deutfche Bauz. 1883, S. 500.
Prevention of fires. *American architect*, Bd. 13, S. 280, 293.
PULHAM, J. *Portland cement concrete and terra-cotta fireclay in fire-proof conftruction.* *Building news*, Bd. 44, S. 183.
Hogg's fire-proof doors and fhutters. *Building news*, Bd. 10, S. 81.
WIGHT, P. B. *On fire-proof conftruction.* *Building news*, Bd. 17, S. 136, 163.
Iron, and fireproof conftruction. *Building news*, Bd. 26, S. 225.
The conftruction of fire-proof buildings. *Building news*, Bd. 26, S. 226.
What is fireproof conftruction? *Building news*, Bd. 26, S. 275.
Smeaton's patent combined heating and fire-extinguifhing apparatus. *Building news*, Bd. 27, S. 75.
Patent fireproof conftruction for public buildings, etc. *Building news*, Bd. 27, S. 297.
Iron fhutter. *Scientific American*, Bd. 48, S. 67.
Hotel du Crédit Lyonnais, boulevard des Italiens. *Diftribution d'eau et fecours contre l'incendie.* *La femaine des conft.*, Jahrg. 8, S. 139, 185, 270.
Rideau métallique pour théâtre. *La femaine des conft.*, Jahrg. 6, S. 328.
DORBIGNY, L. *Extincteurs d'incendie.* *La femaine des conft.*, Jahrg. 8, S. 258, 328, 401.
Rideau métallique au théâtre de Lille. *La femaine des conft.*, Jahrg. 8, S. 355.
Anforderungen der Feuerpolizei. Baugwks.-Ztg. 1884, S. 288.
Eiferne Courtine von POTTHOF & GOLF in Berlin. Baugwks.-Ztg. 1884, S. 391.
Rettungswege in Fabriken. Baugwks.-Ztg. 1884, S. 698.
Feuerfichere Deckenconftructionen im geologifchen und landwirthfchaftlichen Mufeum in Rom. Centralbl. d. Bauverw. 1884, S. 269.
Technifche Einrichtungen im neuen Prinz-Theater zu London. Deutfche Banz. 1884, S. 111.
Zur Frage der Feuerficherheit verfchiedener Konftruktions-Materialien. Deutfche Bauz. 1884, S. 169.
Feuerfichere Thüren. Deutfches Wochbl. f. Gefundheitspfl. 1884, S. 45.
Extinkteur von ZABEL & Co. Quedlinburg. Mafchinenb. 1884, S. 410.
KRAFT, M. Internationale elektrifche Ausftellung in Wien 1883. Die Sicherheitsapparate gegen Feuersgefahr auf der Ausftellung. Pract. Mafch.-Conft. 1884, S. 46, 72.
MÖNCH's Feuerlöfch-Anlagen mit flüffiger Kohlenfäure. Techniker, Jahrg. 6, S. 285.
Superator-Feuerprobe. Wochfchr. d. öft. Ing.- u. Arch.-Ver. 1884, S. 193.
MAUCORPS, M. *Études économiques.* *Affurance contre l'incendie mutuelle et prime fixe.* *Encyclopédie d'arch.* 1884, S. 23.

Digitized by Google

MERRYWEATHER, J. C. *Fire protection of manſions. How to prevent fires etc.* London 1884. — 2. Aufl. 1886.

The Grinnell automatic fire extinguiſher. Engineer, Bd. 58, S. 255.

DORBIGNY, A. *Échelle de ſauvetage d'incendie. La ſemaine des conſt.*, Jahrg. 9, S. 77.

Feuerſichere Wände von Trägerwellblech. Baugwks.-Ztg. 1885, S. 542.

Ueber das Verhalten ſtarker Bauhölzer im Feuer. Centralbl. d. Bauverw. 1885, S. 192.

Die Gefährlichkeit von Aufzügen bei Brandfällen. Centralbl. d. Bauverw. 1885, S. 247.

Benutzung von Luftdruck bei Feuerlöſch-Einrichtungen in Gebäuden. Deutſche Bauz. 1885, S. 198.

Verſuche über das Verhalten gußeiſerner, ſchmiedeeiſerner und ſteinerner Säulen im Feuer und bei plötzlicher Abkühlung. Deutſche Bauz. 1885, S. 343.

Feuerfeſte Thüren. Geſundh.-Ing. 1885, S. 427.

BÖHLE's Patent-Gasſpritze. Pract. Maſch.-Conſt. 1885, S. 454.

HAGEN's Feuerſchutzläden für Luft-Schächte in Gebäuden. Techniker, Jahrg. 8, S. 20.

Die Gefahren der abſoluten Feuerſicherheit. Wochbl. f. Baukde. 1885, S. 39.

BAUSCHINGER, J. Das Verhalten gußeiſerner, ſchmiedeeiſerner und ſteinerner Säulen im Feuer und bei raſchem Abkühlen (Anſpritzen). Wochbl. f. Baukde. 1885, S. 125.

PRÉAUDEAU, DE. *Réſiſtance au feu des éléments métalliques des bâtiments. Annales des ponts et chauſſées* 1885 — 2. Sem., S. 780.

The fireproof cloſing of openings in party-walls. Builder, Bd. 48, S. 149.

Fireproof conſtruction. Builder, Bd. 49, S. 877.

Fireproof ceilings and partition walls. Engineer, Bd. 60, S. 441.

Bericht über die Allgemeine deutſche Ausſtellung auf dem Gebiete der Hygiene und des Rettungsweſens. Berlin 1882—83. Bd. III. Breslau 1886. S. 535: Abwehr von Feuersgefahr. Von C. STREHL.

VENERAND, W. Asbeſt und Feuerſchutz etc. Wien 1886.

Selbſtthätige Feuerlöſchvorrichtungen. Centralbl. d. Bauverw. 1886, S. 6.

Ueber den Widerſtand eiſerner Stützen und Träger im Feuer. Centralbl. d. Bauverw. 1886, S. 318.

Künſtliche Feuerlöſchmittel. Centralbl. d. Bauverw. 1886, S. 420.

Feuerſichere Thüren. Deutſche Bauz. 1886, S. 24, 47.

MÖLLER, M. Ueber das Verhalten gußeiſerner und ſchmiedeeiſerner Säulen im Feuer. Centralbl. d. Bauverw. 1886, S. 162.

RUNGE, G. Ueber Feuerſicherheit von Gebäuden. Deutſche Bauz. 1886, S. 250.

MÖLLER, M. Zur Frage des Verhaltens gußeiſerner und ſchmiedeeiſerner Stützen bei Feuersbrünſten. Deutſche Bauz. 1886, S. 314, 326.

Ueber GRINNELL's, bezw. VICTOR's ſelbſtthätigen Feuerlöſchapparat. Polyt. Journ., Bd. 261, S. 523.

Die Verwendung des Dampfes bei Schadenfeuern. Pract. Maſch.-Conſt. 1886, S. 192.

ZAMPIS, G. Neuartige Courtinen-Conſtruction. Wiener Bauind.-Zeitg., Jahrg. 3, S. 308.

GRINNELL'ſche ſelbſtthätige Feuerlöſcheinrichtung. Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1885, S. 180; 1886, S. 180.

Zur Frage der Feuerſicherheit unſerer Baukonſtruktionen. Baugwks.-Zeitg. 1887, S. 889.

Feuerſchutz für Eiſenconſtructionen. Centralbl. d. Bauverw. 1887, S. 435, 450.

MÖLLER, M. Verhalten einiger Materialien im Feuer. Deutſche Bauz. 1887, S. 280.

LAUNER. Der Brand des Lagerhauſes in der Kaiſerſtraße in Berlin. Centralbl. d. Bauverw. 1887, S. 417.

Feuerſichere Courtine vom Stadttheater in Karlsbad. Pract. Maſch.-Conſt. 1887, S. 9.

Dampfſtrahlfeuerſpritzen-Anlage der mechaniſchen Weberei von *Anton & Alfred Lehmann* in Schönweide bei Berlin. UHLAND's Techn. Rundſchau 1887, S. 169. Deutſche Bauz. 1887, S. 207.

Dampfſtrahl-Feuerlöſchanlage. Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1887, S. 369.

GILARDONE, F. Zum Brand der „Komiſchen Oper" in Paris. Hagenau i. E. 1887.

Rideau en fer (ſyſtème Edoux) à manoeuvre hydro-électrique et à commande à diſtance inſtallé au Théâtre-Français. Génie civil, Jahrg. 7, S. 325.

BEAU, L. *Le rideau en fer du Théâtre Français. La ſemaine des conſt.*, Jahrg. 12, S. 126, 137.

Protection du fer contre le feu dans les édifices. La ſemaine des conſt., Jahrg. 12, S. 278.

Heath's fireproof curtain for theatres. Builder, Bd. 53, S. 649.

MÖLLER, M. & R. LÜHMANN. Ueber die Widerſtandsfähigkeit auf Druck beanſpruchter eiſerner Baukonſtruktionstheile bei erhöhter Temperatur. Berlin 1888.

Techniſche Mittheilungen. Heft 21: Die Feuerlöſch-Präparate und ihr practiſcher Nutzen. Von M. EBERHARDT. Zürich 1888.

Digitized by Google

KRAMEYER. Vorfchlag zur Einführung fahrbarer Schnelllöfcher (Extincteure). Centralbl. d. Bauverw. 1888, S. 114.
Selbftthätige Feuerlöfch-Vorrichtungen. Centralbl. d. Bauverw. 1888, S. 348, 499.
Das Verhalten eiferner Stützen im Feuer. Centralbl. d. Bauverw. 1888, S. 286.
Ueber das Verhalten eiferner Stützen bei erhöhter Temperatur. Deutfche Bauz. 1888, S. 305, 323.
Selbftthätige Feuerlöfch-Einrichtung von GRINNELL. GLASER's Ann. f. Gwbe. u. Bauw., Bd. 22, S. 234.
Zur Frage der Feuerficherheit. HAARMANN's Zeitfchr. f. Bauhdw. 1888, S. 137, 146.
EDOUX, L. *Rideau métallique à manoeuvre hydro-électrique pour théâtre. Nouv. annales de la conft.* 1888, S. 161.
A fireproof curtain for theatres. Architect, Bd. 39, Feb. 7, 1888, Suppl., S. 15.
Vergleichende Verfuche über die Feuerficherheit von Speicherftützen etc. Hamburg 1896.
Ein Rettungsfenfter. Deutfche Bauz. 1896, S. 42.
Vergleichende Verfuche über die Feuerficherheit von Speicherftützen. Centralbl. d. Bauverw. 1896, S. 246.
Vergleichende Verfuche über die Feuerficherheit gußeiferner Speicherftützen etc. Hamburg 1897.
SACHS, O. *Fires and public entertainements etc.* London 1897.
SCHÜLER, H. Verfuche über das Verhalten gußeiferner Stützen im Feuer. Deutfche Bauz. 1897, S. 232.
The Howard fwinging hofe rack. Architecture and building, Bd. 29, S. 152.
RITGEN, O. v. Ueber die Feuerficherheit der Bauten. Centralbl. d. Bauverw. 1901, S. 83, 85, 97. — Auch als Sonderabdruck erfchienen: Berlin 1901.
HENRICI, K. Ein Vorfchlag zur Anordnung feuerficherer und vor Verqualmung gefchützter Treppen. Deutfche Bauz. 1894, S. 141.
Zur Anordnung feuerficherer und vor Verqualmung gefchützter Treppen. Deutfche Bauz. 1894, S. 204.
Geftell zur Aufhängung von Spritzenfchläuchen. Centralbl. d. Bauverw. 1894, S. 352.
FOGL, E. Ueber Feuerficherheit der Bauarten. Deutfches Baugwksbl. 1894, S. 134, 148.
Fire efcapes. Architecture and building, Bd. 21, S. 119.
Selbftthätige Feuerlöfcheinrichtung (Syftem GRINNELL). Zeitfchr. f. Arbeiter-Wohlf. 1894, S. 21.
Ueber die Sicherungen von Eifenkonftruktionen in Gebäuden gegen Feuer. Deutfche Bauz. 1895, S. 274.
HOPPMANN, E. Der Feuerfchutz der Eifenkonftruktionen im Lagerhaufe der Oelfabrik zu Rothenburgsort bei Hamburg. Deutfche Bauz. 1895, S. 290.
LEONHARDT, O. Feuermelde- und Löfch-Vorrichtungen. Gefundh.-Ing. 1890, S. 145.
Ueber feuerfefte Thüren. Mafchinenbauer 1890, S. 278.
STUDE & REICHEL. Bericht über die am 9., 10. und 11. Februar 1893 in Berlin vorgenommenen Prüfungen feuerficherer Baukonftruktionen etc. Berlin 1893.
MÜHLKE, C. Die Brandproben feuerficherer Baukonftruktionen vom 9. bis 11. Februar 1893. Deutfche Bauz. 1893, S. 224, 241, 246.
Sicherheitsapparate für Feuersgefahr. Baugwks.-Ztg. 1893, S. 302.
Feuerfichere Thüren und Umkleidungen. Baugwks.-Ztg. 1893, S. 700.
Feuerhahn mit Schlauchtrommel. Journ. f. Gasb. u. Waff. 1893, S. 521.
OHRT, B. Der Speicherbau in Amerika und die Maaßregeln gegen Feuersgefahr bei diefen Bauten. Deutfche Bauz. 1894, S. 37.

Ferner:

Archiv für Feuerfchutz-, Rettungs- und Verficherungswefen etc. Red. von W. DOEHRING. München. Erfcheint feit 1884.
Archiv und Centralblatt für Feuerfchutz, Rettungs-, Feuerlöfch- und Verficherungswefen. Leipzig. Erfcheint feit 1883.
Fire and water. Fire protection and water fupply. Hydraulic and municipal engineering. New-York. Erfcheint feit 1879.

2. Kapitel.

Blitzableiter.

119. Wert der Blitzableiter.

Obwohl der Blitzableiter bereits weit über 100 Jahre in Anwendung ift, müffen wir uns doch geftehen, daß die Theorie über die Wirkfamkeit desfelben bis jetzt noch keine feftftehende und unanfechtbare ift. Nachdem im Jahre 1877 die

Digitized by Google

Blitzableitung der *Petri*-Kirche zu Berlin, welche auf Grund der Beratungen einer wiſſenſchaftlichen Kommiſſion mit beſonderer Sorgfalt konſtruiert war, ſich ſo wenig bewährt hatte, daß ein einſchlagender Blitzſtrahl abſprang und ein Fallrohr als Ableitung wählte; als ferner ein Blitzſtrahl das mit einem faſt neuen Ableiter verſehene Schulhaus zu Elmshorn in Holſtein [242]) traf — da brach eine völlige Panik herein, und von vielen Privat- und öffentlichen Gebäuden wurden die Blitzableiter ſchleunigſt heruntergenommen. Dies hieß nun allerdings, das Kind mit dem Bade ausſchütten. Die Erfahrung lehrt ausreichend, daß die Blitzableiter, auch ſelbſt wenn ſie noch nicht die beſten bis jetzt bekannten Bedingungen erfüllten, ein wirkſames Schutzmittel geweſen ſind; gerade die beiden genannten Fälle beweiſen dies. Der Turm der *Petri*-Kirche, welcher ganz aus Eiſen konſtruiert iſt, hatte keine Auffangeſtange, indem man irrtümlich angenommen hatte, dieſelbe ſei überflüſſig; in Elmshorn war eine ſolche vorhanden, hatte aber keine Spitze; auch waren in beiden Fällen die eigentlichen Leitungen fehlerhaft angelegt.

Worin beſtand denn nun der hier verurſachte Schaden? An der *Petri*-Kirche wurde ein Fallrohr unbedeutend beſchädigt, in Elmshorn ebenfalls; auch wurde längs eines eiſernen Trägers der Deckenputz etwas aufgeriſſen. Nun vergleiche man damit tauſende von anderen Fällen, wo der Blitz Gebäude ohne Ableitung getroffen hat.

Im Jahre 1561 wurde der prächtige Turm des Münſters zu Freiburg, im Jahre 1865 derjenige der *Lorenz*-Kirche zu Nürnberg und 1845 die oben genannte *Petri*-Kirche zu Berlin durch Blitzſchlag völlig zerſtört. Der Münſterturm zu Straßburg wurde wiederholt getroffen; das Kirchendach daſelbſt brannte 1759 nach einem Gewitter ab; 1760 wurde der Turm weſentlich beſchädigt; nachdem aber 1833 eine Ableitung angelegt war, hat man von Blitzſchäden nichts wieder gehört.

In der engliſchen Marine wurden nach *Snow-Harris* innerhalb 5 Jahren 40 Linienſchiffe, 20 Fregatten und 10 Korvetten durch Blitzſchläge kriegsunfähig gemacht; ſeitdem aber bei derſelben die Blitzableiter eingeführt wurden, ſind derartige Beſchädigungen äußerſt ſelten geworden.

Nach dem Berichte der Kgl. Regierung zu Schleswig vom 30. November 1881 ſind in ihrem Bezirke in der Zeit von 1874—80 515 Gebäude vom Blitze getroffen. Sechs davon waren durch Blitzableitungen geſchützt; jedoch wurde in zweien dieſer Fälle feſtgeſtellt, daß die Anlage der Ableitung mangelhaft geweſen war, und in den übrigen 4 Fällen war gar keine oder doch nur eine unbedeutende Beſchädigung der Gebäude eingetreten.

Die Akademie der Wiſſenſchaften zu Berlin bezeichnet es in ihrem Gutachten vom 2. Auguſt 1880 als eine durch die Erfahrung eines ganzen Jahrhunderts feſtſtehende Tatſache, die kaum noch einer weiteren Begründung bedürfe, daß ſachgemäß angelegte Blitzableiter, wenn auch nicht unbedingt, ſo doch in ſehr hohem Maße die Blitzgefahr für die mit ihnen verſehenen Baulichkeiten beſeitigen.

Dies ſind gewiß Gründe genug, um eine wahrhaft geniale Erfindung nicht ohne weiteres fallen zu laſſen, ſondern ſie durch unausgeſetzte Beobachtung und ſtetige Verbeſſerung dahin zu bringen, daß ſie nicht nur in den meiſten, ſondern in allen Fällen wirkſamen Schutz bietet.

120. Vorgänge bei Gewittern.

Ehe wir nun zur Konſtruktion der Blitzableiter übergehen, müſſen wir uns die Vorgänge bei einem Gewitter klar zu machen verſuchen, ſoweit dies nach den bis jetzt noch nicht abgeſchloſſenen theoretiſchen Unterſuchungen möglich iſt.

Die ruhige, klare Luft iſt ſtets poſitiv elektriſch, ebenſo auch der Nebel. Geht die Verdunſtung und die Wolkenbildung, welche durch Abkühlung in kälteren Luftſchichten hervorgerufen wird, ſehr ſchnell vor ſich, ſo wird die vorhandene Elektrizität in folgender Weiſe bedeutend vermehrt.

Bei der Ausſcheidung des verteilten Waſſerdampfes in Dunſtbläschen konzentriert ſich nach *Peltier* [243]) auf ein ſolches Bläschen die Elektrizität des umgebenden Raumes, wodurch es eine bedeutende elektriſche Spannung erhält.

[242]) Siehe: Zeitſchr. f. Bauw. 1877, S. 360

[243]) Siehe: Peltier, A. *Obſervations et recherches expérimentales ſur les cauſes qui concourent à la formation des trombes.* Paris 1840.

Digitized by Google

Durch eine gefättigte, etwas leitende Luft getrennt, bilden viele folcher Bläschen Anhäufungen mit einer gemeinfamen elektrifchen Schicht und diefe Anhäufungen wieder den gemeinfamen elektrifchen Körper der Gefamtwolke. Letztere läßt fich daher weder mit einem feften Konduktor, der nur auf der Oberfläche elektrifch ift, noch mit einem Ifolator, deffen Teilchen elektrifch nicht genau in Verbindung ftehen, vergleichen; fondern fie ftellt einen ungeheueren Behälter gleich geladener Teilchen dar, deren Elektrizität fich plötzlich, z. B. dadurch, daß viele Bläschen fich zu einem Regentropfen von vielleicht hundertmal kleinerer Oberfläche vereinigen, noch weiter verftärkt und nun nach der Außenfeite der Wolke abgegeben wird, um endlich als gemeinfamer Blitz überzufpringen.

Die Erde hat keine eigene Elektrizität, fondern wird erft durch diejenige der Wolken infolge der Verteilungselektrizität oder Influenz elektrifch, und zwar ftets entgegengefetzt. Ebenfo ift es mit den auf der Erde befindlichen Gegenftänden, insbefondere in den Häufern und ihren Metallmaffen, deren Ladung nicht überfehen oder unterfchätzt werden darf.

Entfprechend der Elektrizität der ruhigen Luft und der Nebel find die Wolken vorherrfchend pofitiv elektrifch, infolgedeffen die Erde vorwiegend negativ.

Die negativ elektrifchen Wolken find die felteneren und vielleicht nur durch Influenz geladen.

Die Erdelektrizität ftrömt durch die Wipfel hoher Bäume, durch die Schiffsmaften, durch die Flamme eines brennenden Feuers und andere fpitze Gegenftände, fobald diefelben eine gewiffe Leitungsfähigkeit befitzen, in die umgebende pofitiv geladene Luft ab. Gefchieht die Ausgleichung fehr langfam oder ift die Ladung eine fehr fchwache, fo wird das Auge nichts davon gewahr; im anderen Falle findet eine fchwache, andauernde Lichterfcheinung ftatt, das St. Elmsfeuer, welches fich hauptfächlich an den Spitzen der Gebüfche und Bäume, fowie an den Schiffsmaften zeigt.

Der Blitz ift diejenige Lichterfcheinung, welche bei ftarker und plötzlicher Ausgleichung der pofitiven und negativen Elektrizität fichtbar wird. Er kann fowohl zwifchen der pofitiven Wolke und der negativen Erde, als auch zwifchen beiden Wolken fich zeigen. Im letzteren Falle kann gleichzeitig ein Rückfchlag durch das plötzliche Aufhören der Influenz entftehen; alsdann wird zwifchen Erde und Wolke ein zweiter, fchwächerer Blitzftrahl überfpringen.

In der Regel werden vom Blitz die höchften Punkte des durch Influenz geladenen Bezirkes getroffen. Die Kirchtürme find befonders der Gefahr ausgefetzt, an den Häufern diejenigen Schornfteine, welche den Firft überragen. Nächftdem find es die Giebelfpitzen, namentlich wenn, wie bei Scheunen, ein Schornftein fehlt. Hiermit find von vornherein die Punkte gegeben, welche in erfter Linie zu fchützen find [944]).

121. Wirkfamkeit des Blitzableiters.

Diefer Schutz wird erreicht durch das Anlegen eines Blitzableiters.

Derfelbe wurde im Jahre 1752 von *Franklin* entdeckt, welcher einen aus Seidenzeug konftruierten Drachen mit metallener Spitze an einer Hanffchnur während eines Gewitters auffteigen ließ. Die Schnur war an einem eifernen Schlüffel befeftigt. Wie man fich leicht denken kann, war von Elektrizität nichts zu bemerken, da die Hanffchnur nicht leitete. Als aber ein Regen eintrat und die Schnur naß wurde, da änderte fich die Sache, und es gelang, dem Schlüffel Funken zu entlocken. *De Romas* nahm für einen ähnlichen Drachen eine mit Draht durchflochtene Seidenfchnur und erzielte Funken von bedeutender Länge.

Der erfte Blitzableiter wurde von *Franklin* auf feinem eigenen Hauſe im September des Jahres 1752 aufgeftellt, in Deutfchland der erfte 1769 zu Hamburg auf dem *Jacobi*-Kirchturm.

Nach neueren Forfchungen fcheint der katholifche Geiftliche *Prokop Divis*, 1696 zu Senftenberg in Böhmen geboren, bereits vor *Franklin* einen Blitzableiter konftruiert zu haben.

Der Zweck des Blitzableiters befteht darin, für die Ausgleichung zwifchen der Erd- und der Wolkenelektrizität einen gefahrlofen Weg darzubieten. Früher war man der Meinung, daß er einen großen Teil der Elektrizität langfam und unmerklich abzuführen imftande fei, mithin das Zuftandekommen vieler Blitzfchläge verhindere, ähnlich wie Bäume und Maften das St. Elmsfeuer entftrömen laffen. Nach neueren Forfchungen ift aber die in einer Wolke aufgefpeicherte Elektrizität

[944]) Zahlreiche Zeichnungen von Blitzfchlägen in Gebäuden gibt *F. Findeifen* in: »Rathfchläge über den Blitzfchutz der Gebäude unter befonderer Berückfichtigung der landwirtfchaftlichen Gebäude«. Berlin 1899.

Digitized by Google

ſo groß, daß auf eine derartige Wirkung nicht zu rechnen iſt. Der Blitzableiter hat daher nur die Beſtimmung, dem auf ein Gebäude überſpringenden Blitzſtrahle den Weg vorzuzeichnen.

Unter den zahlreichen Vorſchlägen für den Blitzſchutz ſind folgende zwei hervorzuheben:

1) Das *Gay-Luſſac*'ſche Syſtem: die Gebäude werden mit einer oder wenigen, dafür aber hohen Auffangeſtangen verſehen; von denſelben führen wenige, aber ſtarke Leitungen zur Erde herab.

2) Das *Melſens*'ſche Syſtem: An viele niedrige Spitzen ſchließen zahlreiche dünne Luftleitungen an, welche wie ein Käfig das Gebäude umgeben [245]).

Welches Syſtem das richtige iſt, hat ſich noch nicht herausgeſtellt. Nach dem erſtgedachten hat man über 100 Jahre gebaut, und verhältnismäßig wenige Fälle ſind bekannt geworden, in denen es den Blitzſchlag in ein Gebäude nicht verhütet hat. Aber auch bei dieſen iſt ſtets ein erheblicher Schutz feſtzuſtellen geweſen; faſt immer waren die Beſchädigungen gering. *Meidinger* u. a. nehmen eine vermittelnde Stellung ein, wie dies auch im nachfolgenden geſchehen ſoll.

Fig. 147.

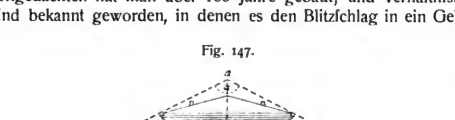


Fig. 148.

Maxwell verwirft die Auffangeſtangen ganz, weil ſie nur die Blitzgefahr für das betreffende Gebäude erhöhten.

Jedenfalls wird der Architekt gut tun, ſich an das Bewährte ſo lange zu halten, bis Neueres durch die Praxis als beſſer und ſicherer erprobt iſt.

122. Anordnung der Auffangeſtangen.

Gehen wir nun zur Konſtruktion einer Blitzableitung über. Man unterſcheidet an derſelben: a) den auffangenden, b) den fortleitenden und c) den abgebenden Teil.

Der auffangende Teil hat in einer Auffangeſtange nebſt Spitze zu beſtehen. Auch bei einem eiſernen Turme dürfen ſie nicht fortbleiben, falls derſelbe nicht ſelbſt in eine ſcharfe Spitze ausläuft, welche alle an eine Auffangeſtange zu ſtellenden Anforderungen erfüllt.

Wie viele Auffangeſtangen ſoll man nun auf ein Gebäude ſtellen? Die Theorie gibt hierüber bisher keine Antwort. Praktiſch aber hat man ſich aus der Beobachtung von Blitzen, welche in der Nähe von Auffangeſtangen eingeſchlagen ſind, eine Regel gebildet. Dieſelbe lautet: Iſt $a\,b$ (Fig. 147) die Höhe der Spitze über dem Gelände, ſo ſchützt dieſelbe nach jeder Richtung hin höchſtens auf eine Entfernung $b\,c = 2\,a\,b$. Das Dreieck $a\,c\,d$, welches wir auf der Zeichnung ſehen, iſt in der Wirklichkeit ein Kegel, welchen man den Schutzkegel nennt. Den Winkel α nennt man den Schutzwinkel. Kein Teil des Gebäudes darf über den Schutzkegel hinausragen. Hat man daher ein größeres Gebäude zu ſchützen (Fig. 148), ſo

[245]) *Melſens* ſchützte 1865 das Brüſſeler Rathaus durch 428 Spitzen.

Digitized by Google

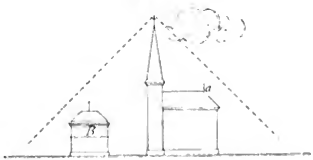
müſſen ſo viele Stangen aufgeſtellt werden, daß die Dachfirſte noch überall innerhalb der Schutzkegel liegen [246]).

Höher als 5 m nimmt man die Auffangeſtangen nicht gern, weil entweder die der Dachdeckung ſchädlichen Schwankungen durch den Wind zu groß werden oder, wenn man dieſe vermeiden will, die Stange zu ſtark konſtruiert werden muß.

Nach der umſtehenden Abbildung ſcheint es ſparſamer zu ſein, die Auffangeſtange in die Mitte des Firſtes zu ſtellen. Dies iſt aber weniger empfehlenswert, weil die ſog. Anfallspunkte der Walme, welche gewiſſermaßen Spitzen in der Dachfläche bilden, der Blitzgefahr am meiſten ausgeſetzt ſind.

Für die Wohnhäuſer wird die angegebene Regel ausreichend ſein. Bei ſehr hohen Gebäuden wird man gut tun, den Winkel α kleiner zu nehmen; bei Türmen ſoll derſelbe in der Regel nur 90 Grad betragen. Iſt ein Turm aber ſehr hoch — eine beſtimmte Grenze läßt ſich nicht angeben — ſo genügt auch dies nicht. Eine elektriſche Wolke kann ſehr wohl, insbeſondere in hoch gelegenen Orten, tiefer ziehen als die Turmſpitze und ſich über dem Dache des Kirchenſchiffes entladen. Deshalb muß auch der Walm bei *a* (Fig. 149) eine Auffangeſtange erhalten, ebenſo auch ein Haus *B*, obwohl es innerhalb des Schutzkegels liegt, namentlich wenn daſſelbe ſich auf der Wetterſeite des Turmes befindet. Gebäuden, bei denen man beſonders ängſtlich iſt, wie z. B. Pulverfabriken, wird man lieber eine Auffangeſtange zu viel als zu wenig geben [247]).

Fig. 149.



Bei Pulvermagazinen verzichten die deutſche und die öſterreichiſche Militärverwaltung auf die Auffangeſtangen und überziehen das Gebäude käfigartig mit Drahtſeilen.

Bei flachen Dächern, namentlich Holzzementdächern, wird man gut tun, ſich mehr dem *Melſens*'ſchen Syſteme zu nähern und die einzelnen Schornſteinköpfe mit niedrigen Auffangeſtangen zu verſehen.

123. Auffangeſpitze.

Wenden wir uns zur Konſtruktion der Auffangeſtangen, ſo ſtoßen wir wieder auf ſehr verſchiedene Anſichten. Die einen legen beſonderen Wert auf die Erhaltung einer ſcharf auslaufenden Spitze und fertigen ſie deshalb aus Silber an, das die größte Leitungsfähigkeit beſitzt [248]), oder Platin, bei dem der Schmelzpunkt am höchſten liegt [249]). Silber aber oxydiert ſehr leicht [250]), wo der atmoſphäriſchen

[246]) In neuerer Zeit ſind mehrere Blitzſchläge bekannt geworden, welche Gebäude innerhalb dieſes Schutzkegels getroffen haben. Ob hierbei Fehler der Leitung, namentlich der Bodenleitung, Schuld geweſen, iſt nicht genügend feſtgeſtellt. *Holtz* u. a. ſchlagen deshalb vor, den Winkel α nicht größer als 90 Grad zu nehmen.

[247]) Die »Anleitung für die Anlage von Blitzableitern auf Militärhochbauten« (Berlin 1893) ſchreibt vor: »Alle hoch gelegenen Spitzen und über die Dachfläche vorſpringenden Teile eines Gebäudes, ferner die Firſtenden und ſonſtigen hoch gelegenen Ecken der Dachflächen ſollen noch im einfachen Schutzraum einer Stangenſpitze liegen. Bei merklich tiefer gelegenen Ecken genügt die Annahme eines $2^1/_2$fachen Schutzraumes.

Gemauerte Schornſteine, welche nicht unmittelbar neben einer hohen Auffangeſtange liegen, werden in Rückſicht auf entſtrömende Heizgaſe, welche ähnlich wie die Spitzen eine anziehende Wirkung auf den Blitz ausüben, am beſten mit beſonderen kleinen Nebenſtangen — Eiſenſchutzſtangen — verſehen«.

[248]) Dieſelbe übertrifft die Leitungsfähigkeit des reinen Kupfers um das $1{,}26$-, Goldes um das $1{,}61$-, Eiſens um das $7{,}7$- und Platins um das $9{,}6$-fache.

[249]) Der Schmelzpunkt für Platin iſt 2600, Eiſen 1600, Kupfer 1170, Gold 1100 und Silber 1000 Grad C.

[250]) Nach der ſchwereren, bezw. leichteren Oxydierbarkeit ordnen ſich die Metalle wie folgt: Gold, Platin, Silber, Kupfer, Eiſen; dieſe Reihenfolge ändert ſich jedoch, ſobald der reinen atmoſphäriſchen Luft irgend welche fremdartige Gaſe beigemiſcht werden.

Digitized by Google

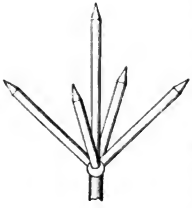
Fig. 150.

Luft ſchwefelige Gaſe beigemiſcht ſind, was in der Nähe rauchender Schornſteine immer der Fall iſt; Platin wird wegen ſeines großen Leitungswiderſtandes durch den Blitzſchlag doch recht oft abgeſchmolzen; beide Metalle ſind teuer. Kupfer eignet ſich wegen ſeines Leitungsvermögens und geringer Schmelzbarkeit recht gut, ebenſo aber auch verzinktes Eiſen. Kohlenſpitzen ſind zu verwerfen. *W. v. Siemens* empfiehlt kugelförmige Endigung. Da bisher aber gegen die bewährten Spitzen keine Bedenken vorliegen, wird man lieber dieſe wählen, ſie aber nicht zu ſcharf auslaufen laſſen.

Eine Spitze muß abnehmbar ſein, um ſie nach Beſchädigungen durch Blitzſtrahl erſetzen zu können (Fig. 150).

Eine kupferne Spitze (Fig. 151) würde man 13 mm dick und 200 mm lang ausführen, oben zugeſpitzt und auf 26 mm Länge vergoldet.

Fig. 151.

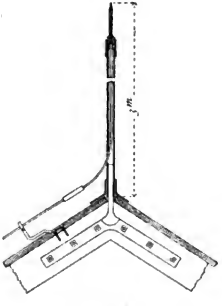


Häufig werden Auffangeſtangen mit 3 bis 5 in einem Bündel vereinigten Spitzen angewendet (Fig. 151). Dies iſt aber koſtſpielig, da nur die lotrechte Spitze zur vollen Wirkung kommt. Eine in einem Scharnier bewegliche Spitze, welche in lotrechter Stellung gut funktionierte, verlor ihre Wirkung, je mehr ſie geneigt wurde (Verſuch des Pater *Beccaria* 1753).

124. Auffangeſtange.

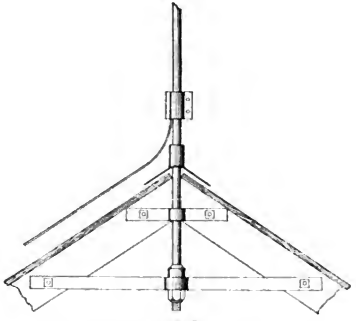
Die Auffangeſtange ſelbſt wird meiſtens aus Eiſen angefertigt. Vielfach werden dazu eiſerne Gasröhren genommen (Fig. 152), innerhalb deren die kupferne Ableitung hinaufgeht, welche dann in der Kupferſpitze verlötet iſt. Dieſe Konſtruktion hat den großen Vorteil für ſich, daß Spitze und Leitung durchweg aus demſelben Material beſtehen[251]). Noch häufiger macht man die Auffangeſtangen aus Rundeiſen, welches bei 2 m Höhe mindeſtens 20 mm, bei 5 m Höhe 30 mm ſtark ſein

Fig. 152.



1/20 w. Gr.

Fig. 153.



1/20 w. Gr.

[251]) Durch den für die Einführung der Leitung erforderlichen ſeitlichen Schlitz wird die Stange geſchwächt und bricht an dieſer Stelle leicht ab. Hiernach iſt die Wandſtärke der ganzen Röhre zu bemeſſen oder die geſchwächte Stelle durch eine übergeſchobene Muffe mit ſeitlichem Loch zu verſtärken.

Digitized by Google

muß. Verzierungen, in denen ſich der Wind feſtſetzen kann, muß man möglichſt vermeiden, da ſonſt ſtarke Schwankungen entſtehen, welche die Dichtung des Daches erſchweren.

Die Ableitung wird an der Stange mit Hilfe einer angeſchraubten Hülſe befeſtigt, in welche ſie eingelötet iſt (Fig. 153). Hierbei hat man dieſelbe ſo hoch zu ſetzen, daß die Ableitung eine ſchlanke Kurve bildet.

Bei dieſer Konſtruktion bildet ſich zwiſchen Stange und Ableitung leicht eine Roſtſchicht, welche die Leitungsfähigkeit ſtört. *Zwarg* in Freiberg vermeidet dies durch die Verbindung in Fig. 154. Beſſer iſt es, auch bei einer maſſiven Stange eine unmittelbare Verbindung zwiſchen der Kupferſpitze und der kupfernen Leitung zu haben. Hierfür ſind die folgenden Arten geeignet.

Fig. 154.

1) Die von der Generalinſpektion des Ingenieurkorps und der Feſtungen zu Berlin vorgeſchlagene (Fig. 155).

Die Spitze iſt ganz von Kupfer und am oberen Teile ſtark vergoldet. In dieſe wird das Kupferſeil eingelötet. Mittels kupferner Klammer wird die Spitze nebſt Seil an der eiſernen Auffangeſtange befeſtigt.

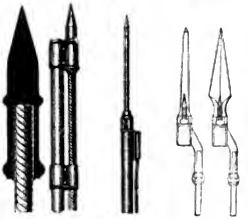
2) Konſtruktion von *Gebr. Mittelſtraß* in Magdeburg (Fig. 156).

Zwiſchen Kupferſpitze und Auffangeſtange iſt ein kupferner Winkel feſt eingeſchraubt, an welchen wiederum das in eine röhrenartige Hülſe eingelötete Kupferſeil befeſtigt iſt. So wird eine ununterbrochene Kupferleitung hergeſtellt, welche leicht nachgeſehen werden kann [252]).

3) Konſtruktion von *Zwarg* in Freiberg (Fig. 157).

Die oben gebogene eiſerne Stange trägt eine Hülſe, welche in eine mit Spitze verſehene Schraube endigt. In die Hülſe wird der Draht eingelötet und geht ohne Kurve glatt herunter, während auf die Schraube eine kupferne Spitze mit Platinendigung geſteckt wird. Muß die Spitze zur Neuvergoldung oder Reparatur abgenommen werden, ſo bildet die Schraube ſo lange eine Reſervеſpitze.

Fig. 155. Fig. 156. Fig. 157.



1/4 w. Gr.

Eine gut verlötete Zinkkapſel ſchützt den Durchgang durch das Dach gegen das Hineinſickern des Meteorwaſſers (Fig. 153).

Am Dachgeſpärre iſt die Stange durch ein Quereiſen befeſtigt, welches in der Mitte einen Hals hat, auf dem der Rand derſelben aufruht und durch welchen die ſchraubenförmige ſchwächere Endigung geſteckt und mit einer Mutter feſtgehalten wird. Am Firſt befindet ſich ein Halseiſen.

Die Stange in zwei Schenkel auslaufen zu laſſen, welche oben auf die Sparren geſchraubt ſind, empfiehlt ſich nicht, da dieſe Schenkel mit ihren vortretenden Schraubenmuttern die am Firſt meiſt notwendige Dachſchalung hindern. Derartige Schenkel dürfen nur ſeitlich an den Sparren angebracht werden (Fig. 152).

Andere Befeſtigungsarten werden ſich je nach der Dachkonſtruktion leicht erfinden laſſen.

Es fragt ſich nun, wieweit man wohl die Auffangeſtangen in das Dach hinein reichen laſſen dürfe? Stangen von 5 m Länge und mehr, wie ſie gleichzeitig als Flaggenſtangen benutzt werden, können auf die eben beſchriebene Art nicht befeſtigt werden.

Bei Gebäuden, welche weder große Metallmaſſen, noch Gas- und Waſſerleitung haben, iſt es ganz unbedenklich, die eiſerne Auffangeſtange ſo tief hinab-

[252]) Siehe: Gebr. Mittelstrasz. Der Blitzableiter nach den neueſten Erfahrungen und zweckmäßigſten Konſtruktionen. Magdeburg 1889.

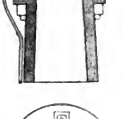
Digitized by Google

reichen zu laſſen, als es gut ſcheint. Befinden ſich aber z. B. unter der Dachbalkenlage eiſerne I-Träger, oder iſt unterhalb des Blitzableiters ein eiſerner Waſſerbehälter im Dachraume in nicht großer Entfernung aufgeſtellt, oder geht eine Gasleitung unter demſelben fort, dann iſt äußerſte Vorſicht geboten; denn leicht würde der Blitz auf derartige Metallmaſſen überſpringen und etwa dazwiſchen liegende Dachhölzer, Fußböden etc. entzünden. In ſolchem Falle würde man lieber hölzerne Stangen wählen, was ſich überhaupt für Flaggenſtangen mehr empfiehlt, da eiſerne ſchwer und teuer werden und die Ableitungen an dieſen herunterführen.

Die Flaggenſtange endigt in eine eiſerne oder kupferne Auffangeſtange, an welcher die Ableitung mittels Klemmplatte befeſtigt iſt.

Über Schornſteinen wird ein dreibeiniges Geſtell befeſtigt (Fig. 158), welches mit einer Hülſe die Auffangeſtange umfaßt. Will man letztere ſeitlich anbringen, ſo muß man ſie unten umgebogen einmauern und mit Halseiſen befeſtigen. Da die Rauchgaſe das Eiſen bald angreifen, ſo ſetzt man die Stange wegen des herrſchenden Windes auf die Südweſtſeite; ***Wieſenthal*** in Aachen umgibt ſie außerdem noch mit einer Zinkhülſe, das Karlswerk in Bunzlau mit einer Glashülſe. Für die ***Krupp***'ſchen Werke in Eſſen werden die Auffangeſtangen maſſiv aus Kupfer angefertigt, ohne Vergoldung der Spitzen.

Fig. 158.



125. Leitungen.

Nachdem man von den eine Zeitlang beliebten Meſſingleitungen gänzlich zurückgekommen iſt, weil dieſe bald brüchig wurden, wählt man jetzt entweder Eiſen oder Kupfer. Allgemein läßt ſich die Frage, welches der beiden Materialien ſich beſſer eignet, keineswegs beantworten. Dies iſt eine örtliche Frage, bei welcher die Beſtandteile der umgebenden Luft maßgebend ſind. In reiner Land- und Gebirgsluft iſt Eiſen ſehr wohl ohne Schutz anzuwenden; in Städten, namentlich in der Nähe von Schornſteinen und Lüftungsſchloten von Abortgruben, Aborten etc., wird man das Eiſen verzinkt verwenden müſſen; in der Umgebung von Fabrikſchornſteinen aber, beſonders dann, wenn die Rauchgaſe ſchwefelhaltig ſind, bleibt nur die Anwendung von Kupfer übrig.

Auf den ausgedehnten ***Krupp***'ſchen Werken in Eſſen, deren zahlreiche Blitzableiter von einem eigenen Elektrotechniker genau beobachtet werden, haben ſich eiſerne Fangſtangen und Leitungen, auch wenn dieſelben verzinkt waren, nicht bewährt, ſo daß nur noch Kupfer verwendet wird, und zwar als maſſiver Draht.

Kupfer und Eiſen werden teils in Form von geflochtenen Seilen, teils als maſſive Drähte, bezw. Stangen zu Ableitungen gewählt.

Sehr verbreitet iſt die Anwendung von 12-fach geflochtenen Kupferdrahtſeilen, welche meiſtens aus einzelnen Drähten von 2,00 bis 2,50 mm Stärke zuſammengeſetzt ſind.

Ein ſolches Seil hat folgende Vorzüge:

1) Bei den Drähten kommen häufig brüchige Stellen vor, welche ſchwer zu entdecken ſind; bricht ein Draht im Kabel, ſo verurſacht dies keinen Schaden, während ein Bruch der maſſiven Ableitung die Kontinuität aufhebt [124]).

2) Ein Kabel iſt ſehr biegſam, läßt ſich für den Transport bequem zuſammenrollen und leicht

[124]) Aus demſelben Grunde verwendet die deutſche Reichstelegraphen-Verwaltung bei ihren unterirdiſchen Telegraphenleitungen innerhalb der Kabel nicht einzelne ſtarke Drähte, ſondern ſieben Stück ſiebendrähtige Kupferſeile.

Digitized by Google

beim Anbringen wieder ſtraff ziehen, was bei einem 7 mm ſtarken Draht ſchon recht erhebliche Schwierigkeiten macht.

Ein Nachteil dagegen iſt der, daß ein Seil von der Witterung und den Rauchgaſen mehr angegriffen wird als ein Draht.

Kupferne Drähte von 4,50 mm ſind durch Blitze geſchmolzen worden; um ſicher zu gehen, wird man ſie 8 mm ſtark machen, ihnen alſo 50 qmm Querſchnitt geben müſſen. Ein ſolcher Draht läßt ſich noch biegen und hat erfahrungsgemäß bisher völlig ausgereicht.

Ein 12-faches Seil von 2 mm ſtarken Drähten entſpricht einem maſſiven Kupferdraht von 6,50 mm, ein ſolches von 2,50 mm Drähten einem Drahte von 8,50 mm Durchmeſſer.

Dem eiſernen Blitzableiter wird man einen größeren Querſchnitt geben müſſen, da die Leitungsfähigkeit des Eiſens nur $^1/_6$ von der des Kupfers beträgt. Am meiſten wird ſich hierzu verzinktes Rundeiſen empfehlen, das den Witterungseinflüſſen die geringſte Oberfläche bietet und das Abſpringen des Funkens weniger ermöglicht als Quadrat- oder Bandeiſen. Der Durchmeſſer desſelben wird alſo 10 bis 15 mm betragen.

Ein eiſernes Drahtſeil muß einen etwas größeren Durchmeſſer haben, etwa 15 mm.

Die mehrfach (z. B. von *Nippold*) vertretene Anſicht, daß bei Beſtimmung des Querſchnittes die Schmelzbarkeit, nicht die Leitungsfähigkeit zu Grunde zu legen ſei, mithin eiſerne Leitungen denſelben Querſchnitt erhalten dürften wie kupferne, vermögen wir nicht zu teilen [284].

Fig. 159.

Die Vorteile einer Kupferleitung vor einer eiſernen beſtehen darin, daß infolge der Biegſamkeit der erſteren das Anbringen leichter iſt und, da Kupferdraht in großen Längen zu haben iſt, weniger Stoßverbindungen vorkommen.

Ein Haupterfordernis für jede Leitung iſt, daß ſie möglichſt aus einem Stück beſtehe, weil jede Stelle, an welcher der Funke ſichtbar wird, das Material angreift.

Für Kupferdraht und -Seile empfiehlt ſich am meiſten, an der Stelle des Stoßes beide Enden ganz glatt zu feilen und eine kurze eiſerne Röhre überzuſchieben, in welche beide Enden ſo verlötet werden, daß weder Regen noch Luft eindringen kann.

Da wo eine Zweigleitung im rechten Winkel abgeht, ſind T-Stücke (Fig. 159) anzuwenden.

Eiſerne Leitungen verſchraubt man an den Stößen mit den bei Gasleitungen gebräuchlichen Muffen, welche innen mit dem ſog. Gasgewinde verſehen ſind. Für kupferne Leitungen empfiehlt ſich die Verſchraubung weniger, da durch das Einſchneiden des Gewindes der Querſchnitt zu ſehr geſchwächt wird.

Biegungen im rechten Winkel oder gar in einem ſpitzen ſind durchaus zu vermeiden, da an jeder in der Leitung entſtehenden Spitze der Funke leicht abſpringen wird. Am beſten geſtaltet man ſie kreisbogenförmig mit einem Durchmeſſer von wenigſtens 40 cm.

Auf dem Dache bringt man die Leitung dicht neben dem Dachfirſt an. Auf dem Firſt geht es bei den meiſten Deckungsarten nicht ohne Nachteile für das Dichthalten. Die Befeſtigung auf dem Dache geſchieht durch eiſerne Stützen in etwa 2 m Entfernung, wobei man zu beachten hat, daß ein Stoß nicht auf oder in

[284] Vergl.: POGGENDORF's Annalen, Bd. 154 (1875), S. 209.

Digitized by Google

die Nähe einer Stütze treffen darf. Dieſelben werden entweder eingeſchlagen oder beſſer angeſchraubt.

Bei der Form derſelben hat man die Art der Dachdeckung genau zu berückſichtigen, um Undichtigkeiten möglichſt zu vermeiden (Fig. 160 u. 161). Die Leitung liegt in einem Schlitze, deſſen Backen man entweder oben zuſammenſchlägt oder durch einen eingeſteckten Splint verbindet (Fig. 161). Das gabelförmige Stück muß quer zur Leitung gerichtet ſein; mithin ſind die Stützen für die wagrechten und die abwärts führenden Leitungen verſchieden, was bei der Beſtellung zu beachten iſt. Bei Schieferdeckung iſt der Stütze eine Platte von Rollenblei unterzulegen, was ſich auch für Ziegeldächer empfiehlt; überhaupt iſt der Dichtung gegen das Einregnen große Aufmerkſamkeit zuzuwenden. Die lotrechte Leitung wird in der Steinmauer durch Bankeiſen befeſtigt, deren ſchrauben- oder ſchwalbenſchwanzförmiges Ende mit Zement eingeſetzt wird. Um mutwilligen Beſchädigungen kupferner Leitungen vorzubeugen, wird der über dem Erdboden befindliche Teil mit einer eiſernen, 2,50 bis 3,00 m langen Röhre umhüllt, die oben gegen das Einregnen mit Bleikapſel geſchloſſen wird und mindeſtens ſo tief hinabreicht, daß Aufgraben beim Pflaſtern nicht Gefahr bringt.

Fig. 160.

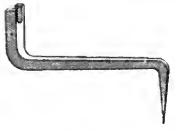


Fig. 161.

126. Iſolierung der Leitungen.

Die äußerſt wichtige Frage, ob man eine Leitung iſolieren ſoll oder nicht, hat eine genügende Beantwortung noch nicht gefunden. Unzweifelhaft iſt es, daß ebenſo wie die Erde auch alle Metallmaſſen eines Gebäudes durch Influenz elektriſch werden. Ob aber die Wirkung derſelben ſo ſtark werden kann, daß aus ihnen ein zündender Funke zur Erde oder zur Wolke überſpringen kann, iſt noch nicht feſtgeſtellt. Dies könnte nur infolge eines Rückſchlages geſchehen, indem die in einer Metallmaſſe angehäufte Elektrizität unmittelbar, nachdem ein Blitz an der Ableitung heruntergefahren iſt und die Spannung zwiſchen Erde und Wolke aufgehoben hat, nun ebenfalls ſich zu entladen ſtrebt. Genaue Beobachtungen über einen ſolchen Rückſchlag liegen noch nicht vor; hingegen ſind Fälle bekannt, in denen der Blitz ganz oder teilweiſe die Ableitung verlaſſen und ſich einen kürzeren Leiter oder einen ſolchen von größerem Querſchnitt geſucht hat. Daß die letztere Gefahr durch eine Verbindung der Ableitung mit den Metallmaſſen vergrößert wird, liegt auf der Hand. Will man ſie gegen den Rückſchlag ſchützen, dann muß man ſie auch vor dem Blitze ſelbſt bewahren und ihnen eine vollſtändige Ableitung in die Erde geben, wo dann ſelbſtverſtändlich eine Erdplatte notwendig wird.

Fig. 162.

In manchen Schriften wird empfohlen, alle Metallmaſſen eines Hauſes mit der Blitzableitung zu verbinden. Dies iſt leichter geſagt als getan; denn bei den zahlreichen I-Trägern, eiſernen Säulen, Verankerungen, Gas- und Waſſerleitungen, wie ſie die modernen größeren Gebäude zeigen, würde daraus ein ganzes Netz entſtehen, in welches das Haus gleichſam eingeſponnen würde. Ein Metalldach wird mit der Leitung durch die eiſernen Leitungsſtützen genügend verbunden ſein; geht dieſelbe in der Nähe eines Fallrohres herunter, ſo wird man auch dieſes durch gut angelötete, 4 bis 5 mm ſtarke verzinkte Drähte oben und in der Höhe von 3 m über dem Erdboden an die Leitung anſchließen, ebenſo Dachrinnen und Geſims-

Digitized by Google

abdeckungen. Liegt ein eiſerner Träger, der auf gleichen Säulen ruht, in ſeiner Nähe, dann wird man dieſen durch eine Zweigleitung mit der Hauptleitung verbinden, muß dann aber vom Säulenfuße aus eine Erdleitung führen. Auch eine nahe herantretende Hauswaſſerleitung, wenn ſie von Eiſen und nicht von Blei iſt, würde anzuſchließen ſein, falls es durchaus nicht zufällig iſt, die Blitzableitung in größerer Entfernung von derſelben anzulegen. Jede weitere Verbindung aber wäre unnütz oder ſchädlich, da ſie leicht einen einſchlagenden Blitz in ganz unerwünſchte Bahnen führen könnte. ***Holtz*** in Greifswald geht in dieſer Beſorgnis ſogar ſo weit, anſtatt der eiſernen Stützen hölzerne vorzuſchlagen, was ſich allerdings bei Stroh- und Rohrdächern (der ſog. „weichen Bedachung“) empfehlen wird, welche nach ſtatiſtiſchem Ausweiſe weit häufiger vom Blitze heimgeſucht werden als andere [255]).

Um dem einſchlagenden Blitze einen möglichſt kurzen Weg zu geben, würde es am beſten ſein, jede Auffangeſtange auch mit einer Ableitung zu verbinden. Indeſſen ſpricht bis jetzt die Erfahrung nicht dagegen, daß man eine Ableitung auf je zwei Auffangeſtangen rechnet, ſo daß alſo ein Haus mit vier Auffangeſtangen, die untereinander durch eine Firſtleitung zu verbinden ſind, zwei Ableitungen haben müßte [256]). Für Pulver- und Munitionsmagazine ſchreiben die deutſche und die öſterreichiſche Militärverwaltung Porzellanifolatoren auf 1 m langen Holzſtützen vor.

Bei größeren Blitzableiteranlagen hat man dafür zu ſorgen, daß die einzelnen Stränge derſelben periodiſch auf ihre Leitungsfähigkeit unterſucht werden können. Hat man z. B. eine Kirche, welche auf dem Weſtturme und auf dem Chor je eine Auffangeſtange trägt, dazwiſchen eine Firſtleitung, ſo wird man die Firſtleitung von den beiden lotrechten Leitungen trennbar machen. An den Trennungsſtellen bringt man ſog. Ausſchalt- oder Meßmuffen an, aus zwei überblatteten und zuſammengeſchraubten Teilen beſtehend. In jedem der beiden Teile iſt je ein Ende der Luftleitung eingelötet. Beſondere Konſtruktionen für ſolche Muffen haben *Neeſen* und *Schöppe* erfunden [257]). Sehr oft werden auch die Erdleitungen von den Luftleitungen getrennt, wobei man die Muffen 2,20 m hoch über der Erde anbringt.

127. Erdleitung.

Wir kommen nun zum ſchwierigſten Teile: zur Erdleitung. Dieſe braucht nicht tiefer gelegt zu werden, als daß ſie bei etwa eintretenden Neupflaſterungen nicht beſchädigt wird.

In der Regel ſind die Gewitter mit Regengüſſen verbunden, wobei ſich ſchnell an der Erdoberfläche eine feuchte gut leitende Erdſchicht bildet, mit welcher man die Erdleitung durch eine oder mehrere Abzweigungen in Verbindung ſetzen muß; dieſe läßt man in eine Platte oder in einen 3- bis 4-fachen Drahtring endigen, von welchem eine Anzahl kurzer Drahtenden ausgehen. Die Hauptleitung endigt in eine Platte von gleichem Material. Die Dicke derſelben ſpielt für die elektriſche Wirkung keine Rolle; doch iſt für Kupferplatten eine Stärke von 2 mm und für eiſerne, wozu man Gußeiſen wählen wird, eine 5 mm ſtarke zu empfehlen.

Die Reichstelegraphie wendet für ihre telegraphiſchen Blitzableiter Zinkplatten von 0,75 bis 1,00 qm Fläche und 2 mm Stärke an.

---

[255]) „. . . der Anſchluß von inneren Metallgegenſtänden wird jedoch von den Meiſten für überflüſſig gehalten, ſobald „dieſelben mit der Erde nicht eine beſonders gut leitende Verbindung haben“. (Aus: Meidinger, H. Geſchichte des Blitzableiters. Karlsruhe 1888, S. 198.)

[256]) Die K. S. Brandverſicherung verlangt für Gebäude, welche nicht völlig im einfachen Schutzkegel ($\alpha = 45$ Grad) Platz finden, mindeſtens 2 Erdleitungen in mindeſtens 25 m Abſtand.

[257]) Siehe: Findeisen, a. a. O.

Digitized by Google

Über die Größe der Platten gehen die Anſichten weit auseinander.

Reines Waſſer ſetzt der elektriſchen Leitung einen 4 000 000-mal größeren Widerſtand entgegen als Kupfer (nach *E. Weber* ſogar 1000-Millionen-mal); alſo müßte man ſtreng genommen die Platte, bei der ja beide Seiten mit dem Waſſer in Verbindung ſtehen, 2 000 000-mal ſo groß als den Querſchnitt der kupfernen Leitung machen, was zu einer Platte von 100 qm führen würde. Indeſſen ſind dieſe Zahlen durch Verſuche mit dem galvaniſchen Strome gefunden und laſſen ſich nicht ohne weiteres auf Gewitterelektrizität anwenden. Die Erfahrung hat vielmehr bewieſen, daß Platten von $^1/_4$ bis $^1/_8$ qm ausreichend geweſen ſind. Da trockener Boden ſo gut wie gar nicht leitet, ſo iſt danach zu trachten, daß man die Platte in Brunnen, in das Grundwaſſer oder wenigſtens in feuchtes Erdreich verſenken kann [258]).

Ganz verkehrt iſt es, die Platte in gemauerte Behälter oder gar in Abortgruben zu legen, welche keine leitende Verbindung mit dem Erdboden haben.

Liegt der Grundwaſſerſpiegel in ſehr bedeutender Tiefe, ſo empfiehlt die „Kommiſſion zur Prüfung der Blitzableiter an den Munizipalgebäuden in Paris“ die Verbindung der Erdleitung mit Gas- und Waſſerröhren, von deren Oberfläche aus ſich die Elektrizität genügend verteilen kann. Theoretiſch ſteht dem nichts entgegen, da Gas nur unter Zutritt der atmoſphäriſchen Luft explodiert und bei eiſernen Waſſerleitungen die Bleidichtung keinen allzu großen Widerſtand entgegenſetzt.

Wenn bisher die Erlaubnis zu ſolchem Anſchluſſe häufig verweigert wurde, ſo wird dies, nachdem ſich die Verſammlung der Gas- und Waſſerfachmänner in Heidelberg am 11. Juni 1880 dahin ausgeſprochen hat, „daß keine Bedenken gegen die Verbindung des Blitzableiters mit den Waſſer- oder Gasröhren vorliegen“, wohl nicht mehr vorkommen; indes ſind Verhandlungen vor der Ausführung anzuraten.

Über dieſe Frage hat die Kgl. ſächſiſche techniſche Deputation am 5. Januar 1882 ein ſehr umfangreiches Gutachten erſtattet, welchem wir folgende praktiſche Regeln entnehmen: 1) Die Verbindung eines Blitzableiters mit dem Straßenrohrnetz einer ſtädtiſchen Gas- oder Waſſerleitung von paſſender Beſchaffenheit macht die Anlage einer Erdplatte überflüſſig. — 2) Dieſe Verbindung iſt nicht nur als zuläſſig, ſondern als empfehlenswert zu bezeichnen. — 3) Als Rohrleitungen von paſſender Beſchaffenheit ſind diejenigen zu erachten, welche aus eiſernen Rohren mit Muffenverbindung und Bleidichtung beſtehen. Flanſchenverbindungen ſind nur dann als genügend anzuſehen, wenn ſie ſtarke Schraubenbolzen beſitzen. — 4) Wenn Waſſer- und Gasleitung zugleich in der Nähe des Blitzableiters ſind, empfiehlt es ſich, dieſen mit beiden Rohrleitungen zu verbinden. — 5) Falls der Blitzableiter in der Nähe einer Flanſchenverbindung oder eines mittels zweier Flanſchenverbindungen in der Rohrleitung eingefügten Stückes liegt, iſt er mit den beiden zu beiden Seiten der Flanſchenverbindung oder des eingeſetzten Stückes liegenden Teilen des Rohrnetzes zu verbinden [259]). — 6) Die Verbindung des Blitzableiters iſt wo möglich durch Verlötung mit Weichlot auf möglichſt großer Fläche vorzunehmen. Bei kupfernen Leitungen kann der Draht oder das Dralitſeil für dieſen Zweck einige Male um das metalliſch blank gemachte und verzinnte Rohr herumgewickelt werden; bei eiſernen Leitungen kann der Eiſenſtab an eine Rohrſchelle angeſchweißt oder an dieſelbe angeſchraubt und verlötet werden; die um das Rohr gewundene Leitung oder die um dasſelbe gelegte Schelle ſind ſchließlich vollkommen mit dem Rohre zu verlöten. — 7) Iſt eine gründliche Verlötung nicht ausführbar, ſo kann die Verbindung folgendermaßen ausgeführt werden: das Blitzableiterende wird in einen durchbohrten Anſatz an einem Teile einer verzinnten oder verzinkten, zwei- oder mehrteiligen Rohrſchelle von Schmiedeeiſen, Bronze oder Kupfer eingeſchoben oder eingeſchraubt und mit Zinn verlötet. Das Rohr wird an der Anſatzſtelle in der Breite der Rohrſchelle durch Befeilen, Abſchmirgeln oder Abbeizen möglichſt vollkommen metalliſch blank gemacht; dann wird ein beiderſeits blank gefchabtes Bleiblech von gleicher Breite mit der Schelle um die blanke Rohrſtelle

---

[258]) „Nach einem fachverſtändigen Gutachten iſt uns an maßgebender Stelle die Verſicherung geworden, daß die in einen Brunnen geſenkte Kupferplatte das Trinkwaſſer durchaus nicht geſundheitsſchädlich beeinfluſſe“. (Aus: Gebr. Mittelstrasz. Der Blitzableiter etc. Magdeburg 1889.)

[259]) Dies betrifft namentlich Waſſer- und Gasuhren. Dieſe ſind durch ein metalliſches Stück dauernd zu überbrücken.

Digitized by Google

gelegt, die Schelle auf das mit dem Bleiblech umwickelte Rohr aufgefetzt und mittels ihrer Bolzenfchrauben fo feft angezogen, daß das Bleiblech fich fowohl an das Rohr als an die Schelle dicht anlegt. Hierauf werden die fchon vorher verzinnten Köpfe und Muttern der Schrauben mit den Lappen der Schelle, an welchen fie anliegen, die Muttern auch mit den Schraubenfpindeln mit Zinn verlötet. Endlich wird der Blitzableiter von feiner Eintrittsftelle in die Erde an bis zur Verbindung mit dem Rohre und insbefondere die Verbindung felbft, alfo die Schelle famt Schrauben, mit einer Ifolierfchicht zum Schutze gegen Oxydation umgeben; diefe Ifolierfchicht kann durch dichtes Umwinden der zu fchützenden Teile mit geteertem Hanf oder durch Umgießen mit Afphalt hergeftellt werden. — 8) Um den in der Erde liegenden Teil des Blitzableiters und die Verbindungsftelle möglichft vor Verletzungen zu fchützen und eine etwaige Revifion zu erleichtern, empfiehlt fich die Umhüllung der fraglichen Teile mit einer leichten Ziegelmauerung. — 9) Unterbrechungen des Zufammenhanges der Leitung bei Arbeiten an Waffer- oder Gasleitungen follen während eines Gewitters nicht vorgenommen werden. Sind folche aus Anlaß dringender Reparaturen unvermeidlich, fo empfiehlt fich eine Verbindung der getrennten Teile durch einen gut leitenden Körper, etwa durch ein Drahtfeil.

Der „Verband Deutfcher Architekten- und Ingenieurvereine“ hat fich in feinem Befchluffe vom 7. September 1889 ebenfalls für die Benutzung von Gas- und Waffer röhren als Erdleitung ausgefprochen, doch mit dem ausdrücklichen Zufatze: „Außer dem Anfchluffe des Blitzableiters an das oder die Röhrenfyfteme ift es aus praktifchen Gründen zweckmäßig, dem Blitzableiter eine Erdplatte zu geben“ [260]).

Über die paffendfte Stelle des Anfchluffes der Blitzableitung fagt *Meidinger* [261]): „Was die „Stelle des Anfchluffes anlangt, fo kann diefelbe nur außerhalb der Gebäude im Boden fich befinden; „ebenfowenig, wie man den Blitzableiter an fich in das Innere des Hauf es führen wird, wird man „ihn auch in der Form der Rohre durch das Haus gehen laffen . . .“

Die von den Gegnern des Anfchluffes an Gas- und Waffer röhren aufgeftellte Behauptung, die Verbindung durch Teerftricke, verftemmte Bleiringe, Mennige etc. bilde kein metallifches Ganze, ift bereits durch *Kohlrauf ch* widerlegt. Diefer hat durch Widerftandsmeffungen gefunden, daß fowohl mit Mennigekitt, als mit Teerftricken und Blei gedichtete Gußrohre einen guten metallifchen Schluß herftellen [262]).

In Hannover waren 1888 bereits 54 Blitzableiter-Erddrahtfeile der Fernfprechanlage und 7 Erdleitungen der Feuermeldeftellen an die ftädtifche Waffer leitung angefchloffen, ebenfo eine große Zahl Blitzableiter auf Privathäufern.

Der „Elektrotechnifche Verein“ fagt fogar: „Die Komplikation der in einem „Gebäude vorhandenen Waffer- und Gasröhren mit einem mit letzteren nicht me„tallifch verbundenen Blitzableiter erfcheint mithin allgemein als eine künftlich „gefchaffene Blitzgefährdung desjenigen Gebäudeteiles, welcher zwifchen Blitz„ableiter und Röhren liegt, fowie auch der Röhren felbft.“

Pinkenburg gibt eine Zufammenftellung, wonach 10 Fälle bekannt find, in welchen der Blitz von der Ableitung auf die Gasleitung übergefprungen ift, 4 Fälle, in denen Waffer leitung, 1 Fall, bei welchem gleichzeitig Gas- und Waffer leitung getroffen und befchädigt wurden [263]).

Neefen teilt 108 Blitzfchläge mit, bei welchen mehr oder weniger große Befchädigungen durch Einfchlag oder Übergang des Blitzes in die Gas- und Waffer leitung angerichtet find [264]). Befonders erwähnenswert ift der Blitzfchlag in der Nähe des Gerichtshaufes in York 1876. Eine Straßenlaterne war an einem Haufe angebracht, wenige Meter vom benachbarten großen, hohen Gerichtshaufe, das fehr große Metallmaffen enthielt. Trotzdem wurde nicht diefes vom Blitze gewählt, obwohl es keinen Blitzableiter hatte, fondern die Laterne und die anfchließende Gasleitung.

Daß der Nutzen eines guten Blitzableiters durch die in einem Gebäude befindlichen Rohrleitungen bei mangelndem Anfchluß zum großen Teile aufgehoben wird, zeigt ein zweiter von

[260]) Siehe: Deutfche Bauz. 1889, S. 495.

[261]) A. a. O., S. 190.

[262]) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1888, S. 325.

[263]) Siehe ebendaf.

[264]) In: Die Blitzgefahr. No. 2: Einfluß der Gas- und Waffer leitungen auf die Blitzgefahr. Herausg. im Auftrage des Elektrotechnifchen Vereins von NEEFEN. Berlin und München 1891.

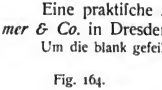
Digitized by Google

Neefen angeführter Fall. In der Angerfrohnfeſte in München wurde 1888 die über einem Metalldache ſtehende Auffangeſtange des Blitzableiters von einem Blitzſtrahl getroffen. Obwohl der Blitzableiter in Ordnung war und das Metalldach einen erheblichen weiteren Schutz bot, ging dennoch die Entladung zu dem unter dem Dache befindlichen Waſſerbehälter über.

Aus verſchiedenen Gründen ſprechen wir uns für den Anſchluß der Blitzableitung an Gas- und Waſſerröhrennetze aus, obwohl der über dieſe Frage lebhaft entbrannte Streit noch keineswegs entſchieden iſt[265]). Immerhin wird es ſich aber empfehlen, wenn der Grundwaſſerſpiegel in erreichbarer Tiefe liegt, eine beſondere Erdleitung bis zu demſelben zu führen und ſie in einer Platte endigen zu laſſen. Daß die letztere Leitung die günſtigere iſt, wird dann der Fall ſein, wenn der Grundwaſſerſtand hoch iſt, das Röhrennetz aber in trockenem Boden liegt. Der Übelſtand bei Benutzung ſtädtiſcher Röhrenleitungen, daß dieſe ſo häufig aufgegraben werden, wobei es unausbleiblich iſt, daß mit den privaten Blitzableiteranſchlüſſen leichtſinnig verfahren wird, kann dann nicht mehr verhängnisvoll werden.

Nach einem Beſchluſſe des „Deutſchen Vereins von Gas- und Waſſerfachmännern“, welcher ſich nach längerem Sträuben ebenfalls für den Anſchluß an Gas- und Waſſerröhren ausgeſprochen hat, ſollen „an Bleiröhren mit den in der Praxis vorkommenden Durchmeſſern keine Blitzableiter-„anſchlüſſe gemacht werden. Vor Herſtellung des Anſchluſſes iſt die Einholung der Erlaubnis von „dem betreffenden Gas- und Waſſerwerk erforderlich. Was die praktiſche Ausführung der Ver-„bindung mit den Röhren betrifft, ſo kann dieſe bei ſchmiedeeiſernen Röhren entweder durch Um-„legung einer mit der Röhre verlöteten Schelle geſchehen, an welche die Verbindungsleitung vom Ab-„leiter ebenfalls verlötet iſt, oder durch Einfügung eines paſſenden, mit der Blitzableitung verlöteten „Zwiſchenſtückes oder eines T-Stückes, in deſſen ſeitlichem Stutzen ein mit der Leitung vom Blitz-„ableiter verlöteter Stöpſel eingeſchraubt iſt. Für die Verbindung mit gußeiſernen Röhren wird eine „umſchließende Schelle mit einer zwiſchen beiden liegenden, minde-„ſtens 100 qcm großen Bleiplatte zweckmäßig ſein. Die Herſtellung „der metalliſchen Fläche ſoll durch Abſchaben, Abſchmirgeln, durch „ſchwaches Abfeilen, keineswegs aber durch Abmeißeln geſchehen. Bei „gußeiſernen Röhren von größerem Durchmeſſer wird ſich auch das „Einſchrauben eines aus Bronze oder Meſſing beſtehenden Gewinde-„ſtückes, mit dem die Blitzableitung zu verlöten iſt, geſtatten laſſen“[266]).

Fig. 163[267]).



Eine praktiſche Ausführungsweiſe des Anſchluſſes iſt der Firma *O. L. Kummer & Co.* in Dresden patentiert worden (Fig. 163[267]).

Um die blank gefeilte Gußröhre wird der verzinnte Kupferdraht des Blitzableiters gelegt und das überſtehende Ende verwunden. Um dieſe Stelle der Röhre legt man eine zweiteilige Gußform und gießt den Hohlraum zwiſchen Röhre und Gußform mit einer Metalllegierung aus, die mit der Verzinnung des Kupferdrahtes eine Verbindung eingeht. Hierdurch wird ein die Gas- oder Waſſerröhre wulſtartig umgebender, den Blitzableiter feſt in ſich ſchließender Ringkörper erhalten, welcher ſich beim Erkalten zuſammenzieht und vor Oxydation vollkommen ſchützt.

Fig. 164.

Zwei Verbindungen der Blitzableitung mit der Erdplatte geben Fig. 164 u. 165.

Erſtere, von *Gebr. Mittelſtraß* geführt, zeigt auf der kupfernen Erdplatte eine aus gleichem Metalle beſtehende Verbindung, die auf einer um 2 mm verſtärkten Stelle der Platte mit Kupferſchrauben befeſtigt wird. Die andere, von *Zwarg*, beſteht aus einem maſſiven, oben hohlen Körper, in welchen einerſeits die Ableitung eingelötet, andererſeits die Platte verſchraubt wird.

Fig. 165.

Die Erdplatten ſollen nach einem Gutachten der Akademie der Wiſſenſchaften zu Berlin mit Koke umhüllt werden, weil dieſe weſent-

[265]) Siehe über dieſen Gegenſtand noch: Centralbl. d. Bauverw. 1888, S. 161, 325.
[266]) Siehe: Deutſche Bauz. 1889, S. 404.
[267]) Nach ebendaſ., S. 505.

Digitized by Google

lich beſſer leitet als feuchter Erdboden oder Waſſer. Holzkohlen, welche ſchnell vergänglich ſind, empfehlen ſich hierfür nicht; auch wird der Nutzen der Kokeumhüllung neuerdings ſtark bezweifelt.

Liegt das Grundwaſſer ſehr tief und iſt weder ein Brunnen, noch eine Röhrenleitung in der Nähe, dann muß man in Bohrlöcher, welche bis auf das Grundwaſſer reichen, lange eiſerne gut verzinkte Stangen oder Rohre verſenken. Iſt auch dies nicht möglich, dann tut man beſſer, die Erdleitung nur in die feuchte Mutterbodenſchicht endigen zu laſſen. So lange dieſelbe trocken iſt, kann überhaupt von einer Blitzgefahr keine Rede ſein. Dieſelbe tritt erſt dann ein, wenn infolge des Regens die Erdoberfläche für die Influenz befähigt wird.

W. v. Siemens empfiehlt, in ſolchem Falle das ganze Gebäude in geringer Tiefe unter der Erdoberfläche mit einem Drahtſeil zu umgeben und alle Ableitungen mit demſelben zu verbinden. Das kaiſerliche Stammſchloß auf dem Hohenzollern ſoll früher oft von Blitzſchlägen heimgeſucht geweſen ſein; ſeit aber vor einer längeren Reihe von Jahren der Blitzableiter nach *Siemens*' Vorſchlag mit einer ausgedehnten Oberflächenleitung verſehen wurde, iſt keinerlei Blitzſchaden am Gebäude entſtanden [268]).

Daß Häuſer, welche den Brunnen unter dem Keller haben, der Blitzgefahr in beſonderem Grade ausgeſetzt ſind, dürfte aus dem vorher Geſagten deutlich ſein. Dies iſt namentlich der Fall, wenn Waſſerröhren hoch in das Gebäude hinauf bis zu einem Behälter geführt ſind. Letzterer iſt mit der Auffangeſtange in Verbindung zu bringen und der Durchgang durch das Dach mit Blei zu iſolieren.

Für Windmühlen, die wegen ihrer freien Lage dem Blitze beſonders ausgeſetzt ſind, iſt eine Leitung erforderlich, welche im ſtande iſt, der Drehung des Windmühlenhutes zu folgen.

Pagenſtecher in Lechtingen bei Osnabrück hat hierfür ein Kabel aus einer größeren Anzahl Kupferdrähte mit loſerer Spannung angefertigt, welches ſich um einen die Königsſpindel umgebenden Seilkorb auf- und abwickeln kann. Um letzteres zu ermöglichen, iſt ein überſchüſſiges Seilſtück eingeſchaltet, welches, ſo lange es nicht zur Aufwickelung kommt, durch eine loſe Rolle mit angehängtem Gewichte ſtraff erhalten wird. — Der *Wachtmann*'ſche Kontakt-Blitzableiter verfolgt denſelben Zweck, ſtellt ſich aber teuerer.

128. Reviſion der Ableitung.

Eine Blitzableitung muß jedesmal, wenn in der Nähe derſelben Blitzeinſchläge ſtattgefunden haben, ſonſt aber mindeſtens in Zeiträumen von zwei Jahren unterſucht werden [269]). Hierbei ſind hauptſächlich die Spitzen zu beſichtigen und nachzuſehen, ob die nach Metallmaſſen hingehenden ſchwächeren Drähte noch in Ordnung ſind. Ferner iſt die Kontinuität der Hauptleitung zu unterſuchen, was durch die galvaniſche Prüfung geſchieht. Zu dieſem Zwecke iſt jede Spitze mit der Erdplatte durch einen ſchwachen Kupferdraht zu verbinden und ein Galvanometer nebſt Element einzuſchalten [270]). Zeigt ſich an letzterem kein Ausſchlag, ſo iſt die ſchadhafte Stelle des Blitzableiters aufzuſuchen, indem man das oberirdiſche Ende des Kupferdrahtes zunächſt dicht über dem Erdboden an eine blank gemachte Stelle der Ableitung anlegt und ſo bis zu den Spitzen fortfährt.

Fig. 166.

Das Befeſtigen des Drahtes an der Spitze iſt bei hohen Stangen ſchwierig. Man bedient ſich deshalb hierzu eines Prüfungshutes mit Drahtanſchluß, wie er nach Fig. 166 von *Zwarg* geliefert wird, der zur

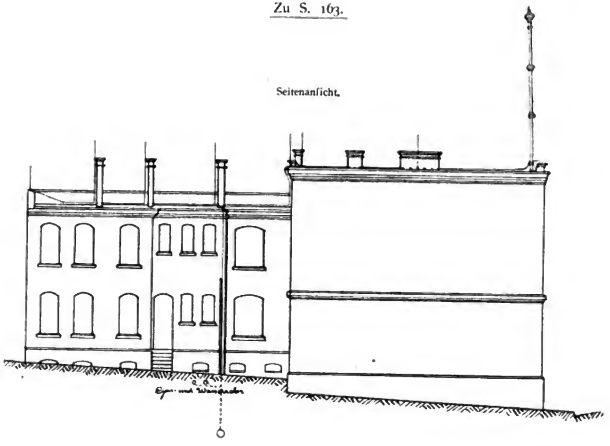
[268]) Siehe: Findeisen, a. a. O.

[269]) Das preußiſche Miniſterium der öffentlichen Arbeiten ſchreibt durch Erlaß vom 25. Dezember 1897 vor: „Zur Prüfung der Blitzableiter iſt jährlich einmal eine äußere Beſichtigung, nötigenfalls unter Zuhilfenahme eines Fernrohres, und alle 5 Jahre eine Kontrolle durch Meſſung des Widerſtandes der Luftleitung und der Erdleitung vorzunehmen".

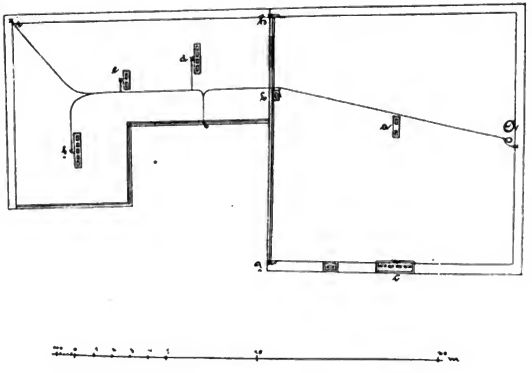
[270]) Solche Galvanometer führt jede größere Blitzableiter-Fabrik, meiſtens in eigener Zuſammenſtellung.

Digitized by Google

Seitenansicht.



Dachaufsicht.



Blitzableitung
des Reichsbankgebäudes zu Werden a. d. R.

Digitized by Google

Digitized by Google

weiteren Erleichterung auch an diesen Hut anzuschraubende 2,50 m lange Prüfungsstangen führt.

Wegen des kostspieligen Aufsuchens und Aufgrabens der Erdplatte wird die Prüfung der Erdleitung oft ganz vernachlässigt, was durchaus zu tadeln ist, da gerade dieser Teil der Zerstörung am ehesten anheimfällt. Ist ein Brunnen in der Nähe, so kann man das Aufgraben sparen und braucht nur den eisernen Pumpenschwengel oder das Gestänge durch einen Draht mit der Auffangespitze zu verbinden; die Erde übernimmt dann die weitere Verbindung des Grundwassers im Brunnen mit der Erdplatte.

Eine selbsttätige Blitzableiter-Kontrollevorrichtung haben *Hoyer & Glahn* in Schönebeck erfunden. Dieselbe zeigt an, ob ein elektrischer Strom oder Blitz die Leitung durchlaufen hat. In letzterem Falle rückt ein Zeiger von o auf 50 und bleibt dort stehen. Befestigt wird die Vorrichtung $^1/_2$ m über dem Schutzrohre.

Will man den Widerstand in den Leitungen oder den sog. Übergangswiderstand von der Leitung in die Erde nach *Ohm* bestimmen, so bedient man sich der *Wheatstone*'schen Brücke, der *Kirchhoff-Wheatstone*'schen Brücke, jetzt allgemein verwendet, oder der Telephonbrücke.

Zum Schluß geben wir als Beispiel eine durch *Xaver Kirchhoff* in Friedenau-Berlin ausgeführte Blitzableiteranlage, und zwar die an dem 1902 errichteten Reichsbankgebäude in Werden a. d. R. (Siehe die nebenstehende Tafel.)

Der Bau ist ganz massiv hergestellt mit gewölbten, bezw. *Kleine*'schen Dach- und Deckenflächen zwischen I-Trägern, sowie mit Holzzementdeckung. Er liegt ganz frei und überragt die nächstgelegenen Häuser.

An der Vorderfront steht eine eiserne Fahnenstange *A*, aus 2 Stück geschweißten Stahlrohren ohne Vernietung zusammengesetzt; Durchmesser oben 83 mm, unten 102 mm, Länge 11,00 m, davon 2,50 m unter Dach. Die Spitze ist aus starkem Zink gepreßt und echt vergoldet. Die Stange ruht in gußeiserner Spurpfanne auf einer über zwei I-Träger des Dachgeschoßfußbodens gestreckten Schwelle. Die Spurpfanne hat seitliche Stellschrauben zum genauen Ausrichten der Stange. Der Durchgang durch das Holzzementdach und durch das Schwemmsteingewölbe der Dachfläche ist mit einer Zinkhülse eingefaßt, welche mit einem an der Stange verlöteten Zinkkegel wasserdicht überdeckt ist. Eine kupferne Blitzableiterspitze auf einem Rundeisenstabe bildet die obere Endigung.

Dicht über dem Dachdurchgange ist die Luftleitung mittels eiserner verzinkter Schelle angeschlossen. Sie besteht aus einem verzinkten Eisendrahtseil von 15 mm Durchmesser, das aus 12 Drähten von 3,30 mm Durchmesser zusammengesetzt ist. Von der Fahnenstange aus führt sie zunächst an einem Schornsteinkopf *a* vorbei, der wegen der Nähe der ersteren nicht angeschlossen ist, zum tiefer liegenden Dach des Mittel- und Hinterbaues und weiter am Mittelbau herab zur Erde. Auf dem Dache liegt das Drahtseil unter dem Kies.

Die 5 Schornsteine *b, c, d, e* und *f* tragen jeder eine seitlich befestigte, verzinkte eiserne Auffangestange von 16 mm Durchmesser, oben in einem Kegel endigend, dessen Höhe doppelt so groß als der Durchmesser ist. Die Stange ragt 1 m über dem Schornstein auf und ist am Mauerwerk mit 2 bis 3 verzinkten schweißeisernen Schelleisen befestigt, die mit einer 17 mm starken Steinschraube in eine Fuge eingreifen. Das untere Ende der Stange sitzt in einer Muffe, in welche das Zweigseil eingelötet ist; die von den Schornsteinen *b, d, e* und *f* kommenden Zweigleitungen sind mit der Hauptleitung durch T-Stücke verbunden, die ebenso, wie die vorgenannten Schelleisen, aus zwei zusammengeschraubten Teilen bestehen. Beim Schornsteinkopf *e* hingegen ist das Seil an die Zinkbekleidung der Attika angeschlossen, welche auf drei Seiten das vordere Dach umgibt; hat mithin keine Verbindung mit der Hauptleitung. Diese Zinkbekleidung ist weiter neben der Fahnenstange durch ein Drahtseil mit der Luftleitung verbunden. Anders ist dies beim Hinterbau. Hier führt eine Zweigleitung vom Punkte *i* der Attika zur Luftleitung. Die Verbindung zwischen den Zweigleitungen und der Zinkbekleidung ist durch Lötung hergestellt. Bei *g* und *h* stehen ebenfalls zwei Auffangestangen, durch kurze Drahtseile an die Zinkbekleidung angeschlossen.

Die Hauptleitung geht neben einem Abfallrohre herab, mit diesem durch zwei Kupferstreifen verbunden. Unmittelbar über der Erde ist sie von einem schmiedeeisernen Schutzrohr umgeben. Oberhalb des letzteren ist eine verzinnte bronzene Ausschaltvorrichtung angebracht zum Trennen der Luft- und Erdleitung bei der galvanischen Untersuchung.

Digitized by Google

Zur Erdleitung ift ein gleiches Drahtfeil wie zur Luftleitung verwendet. Von diefem geht eine Zweigleitung ab zu den Gas- und Waffer-röhren im Keller. Weiterhin endigt die Erdleitung 3 m unter der Erdoberfläche in einen verzinkten fchmiedeeifernen Erdleitungszylinder von 3 m Länge, 102 mm Durchmeffer und 4 mm ftarker Wandung. Die Verbindung mit dem Seil ift durch zwei aufgenietete Kloben und Verlötung hergeftellt.

Literatur

über „Blitzableiter".

Reimarius, J. A. H. Vorfchriften zur Blitzableitung. Hamburg 1794.

Blitzableiter. Kurze Anweifung, wie folche an den Gebäuden anzubringen find. Berlin 1798.

Gütle, J. C. Neue Erfahrungen über die befte Art, wohlfeile und dauerhafte Blitzableiter anzulegen. Nürnberg 1812.

Imhof, v. Theoretifch-praktifche Anweifung zur Anlegung und Erhaltung zweckmäßiger Blitzableiter. München 1816.

Böckmann, J. L. Ueber die Blitzableiter. Neue Aufl. von G. F. Wucherer. Carlsruhe 1830.

Biot, P. Anweifung zur Anlegung, Conftruction und Veranfchlagung der Blitzableiter. Glogau 1834.

Inftruction fur la conftruction des paratonnerres. Revue gén. de l'arch. 1855, S. 33, 66.

Anlegung der Blitzableiter. Nach dem Engl. von Schmidt. Weimar 1856.

Der Blitzableiter der St. Petrikirche zu Berlin. Romberg's Zeitfchr. f. prakt. Bauk. 1859, S. 301.

Anweifung zur Conftruction und Anlegung von Blitzableitern. Haarmann's Zeitfchr. f. Bauhdw. 1860, S. 74.

Ueber die Conftruction der Blitzableiter. Allg. Bauz. 1863, S. 231.

De la conftruction des paratonnerres. Gaz. des arch. et du bât. 1864, S. 211, 222, 233.

Gutachten der Akademie der Wiffenfchaften in Berlin über Anwendung von Blitzableitern. Zeitfchr. f. Bauw. 1865, S. 297.

Viollet-le-Duc. Ueber die Conftruction der Blitzableiter. Allg. Bauz. 1865, S. 164.

Ueber die Anlage von Blitzableitern. Haarmann's Zeitfchr. f. Bauhdw. 1866, S. 65.

Die Aufftellung von Blitzableitern. Romberg's Zeitfchr. f. prakt. Bauk. 1867, S. 74.

Nouvelle inftruction pour les paratonnerres. Nouv. annales de la conft. 1867, S. 62.

Grave, H. Die Blitzableiter, ihre Gefchichte und zweckmäßigfte Geftalt. (Sonderabdruck aus Grave's öfterreich. Bau-Almanach.) Wien 1868.

De la conftruction des paratonnerres. Paris 1868.

Die neueren Conftructionen der Auffangftange des Blitzableiters. Haarmann's Zeitfchr. f. Bauhdw. 1868, S. 36.

Bothe, F. Zufammenftellung neuerer Arbeiten über die Conftruction der Blitzableiter. Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1868, S. 491.

Die Conftruction der Blitzableiter. Haarmann's Zeitfchr. f. Bauhdw. 1869, S. 185.

Ueber Blitzableiter. Deutfche Bauz. 1871, S. 409.

Bauer. Zur Beurtheilung der Blitzableiter. Zeitfchr. d. bayer. Arch.- u. Ing.-Ver. 1872, S. 109.

Callaud, A. *Traité des paratonnerres etc.* Paris 1874.

Fonvielle, W. de. *De l'utilité des paratonnerres et de la néceſſité de les contrôler.* Paris 1874.

Verbeſſerte Blitzableiter. Haarmann's Zeitfchr. f. Bauhdw. 1874, S. 137.

Les paratonnerres à l'académie des ſciences. Gaz. des arch. et du bât. 1874, S. 141.

Les paratonnerres. Encyclopédie d'arch. 1874, S. 39, 125.

La commiſſion des paratonnerres de la ville de Paris. Gaz. des arch. et du bât. 1875, S. 170, 177.

Les paratonnerres. Encyclopédie d'arch. 1875, S. 21, 71.

Amaury, V. *Inſtallation des paratonnerres. Moniteur des arch.* 1875, S. 195, 207.

Buchner, O. Die Conftruction und Anlegung der Blitzableiter zum Schutze aller Arten von Gebäuden etc., nebft Anleitung zu Koftenvoranfchlägen. Weimar 1876. — 3. Aufl. 1887.

Ueber die Schutzzone der Blitzableiter. Haarmann's Zeitfchr. f. Bauhdw. 1876, S. 53.

Mittelstrass. Die Blitzableiter nach den neueften Erfahrungen und zweckmäßigften Conftructionen. 2. Aufl. Magdeburg 1877.

Karsten, G. Ueber Blitzableiter und Blitzfchläge in Gebäude, welche mit Blitzableitern verfehen waren. Kiel 1877.

Inftruktion über die Herftellung von Blitz-Ableitungen bei Militär-Gebäuden. Wien 1877.

Digitized by Google

Gutachten, betreffend die Wirkungen des Blitzſchlages beim Schulhauſe zu Elmshorn, von Dr. L. Meyn, Prof. G. Karsten und von der K. Akademie der Wiſſenſchaften in Berlin. Zeitſchr. f. Bauw. 1877, S. 559.

Kirchhoff, X. Zur Anlage von Blitzableitern. Deutſche Bauz. 1877, S. 518.

Nippoldt. Ueber die Wahl des Querſchnittes der Blitzableiter. Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1877, S. 129.

Inſtructions ſur les paratonnerres. Revue gén. de l'arch. 1877, S. 29.

Jarriant. *Paratonnerres de divers types. Nouv. annales de la conſt.* 1877, S. 161.

Holtz, W. Ueber die Theorie, die Anlage und die Prüfung der Blitzableiter etc. Greifswald 1878.

Lüdicke, A. Praktiſches Handbuch für Kunſt-, Bau- und Maſchinenſchloſſer. Weimar 1878.

Zur Anlage von Blitzableitern. Deutſche Bauz. 1878, S. 81.

Studien über Blitzableiter. Maſchinenb. 1878, S. 346, 387.

Karsten, G. Gemeinfaßliche Bemerkungen über die Elektricität des Gewitters und die Wirkung der Blitzableiter etc. Kiel 1879.

Klasen, L. Die Blitzableiter in ihrer Conſtruction und Anlage. Leipzig 1879.

Klasen, L. Zur Anlage von Blitzableitern. Deutſche Bauz. 1879, S. 427.

Knoblauch, E. Umbau des Thurmhelms der Jeruſalem-Kirche zu Berlin. Deutſche Bauz. 1879, S. 483.

Die Blitzableiter auf der Pariſer Weltausſtellung. Prakt. Maſchin.-Conſt. 1879, S. 315.

Zur Blitzableiterfrage. Maſchinenb. 1879, S. 38.

Heilemann, F. J. Der Blitzableiter. Görlitz 1880.

Holtz, W. Ueber die Zunahme der Blitzgefahr und die vermuthlichen Urſachen dieſer Zunahme. Deutſche Bauz. 1880, S. 473.

Rathſchläge bei Anlage von Blitzableitern. Romberg's Zeitſchr. f. prakt. Bauk. 1880, S. 445.

Anlegung von Blitzableitern. Rathſchläge der Directionen der Land-Feuerſocietät und der Provinzial-Städte-Feuerſocietät im preußiſchen Herzogthum bezw. in der Provinz Sachſen. 2. Aufl. vom 30. April 1881.

Inſtruction ſur les paratonnerres adoptée par l'académie des ſciences. Paris 1881.

Blitzableiterſpitzen von J. O. Zwaro. Wochbl. f. Arch. u. Ing. 1881, S. 166.

Meydenbauer, A. Ueber Blitzableiter. Centralbl. d. Bauverw. 1881, S. 277.

Neuerungen an Blitzableitern. Romberg's Zeitſchr. f. prakt. Bauk. 1881, S. 148.

Nix, K. Die Conſtruction des Blitzableiters nach den neueſten elektrotechniſchen Erfahrungen. Haarmann's Zeitſchr. f. Bauhdw. 1881, S. 76, 84.

Biedermann, C. Ueber Neuerungen an Blitzableitern. Elektrotechn. Zeitſchr. 1881, S. 243.

Neesen, F. Ueber Gewitter und Blitzableiter. Elektrotechn. Zeitſchr. 1881, S. 446, 462.

Ueber Blitzableiter. Polyt. Journ., Bd. 235, S. 267; Bd. 237, S. 385; Bd. 241, S. 110 u. 273.

Praktiſche Regeln für die Herſtellung von Blitzableitern. Centralbl. d. Bauverw. 1882, S. 182.

Melsens. *Conférence ſur les paratonnerres faites au congrès international des électriciens, à Paris. Bulletin de la ſoc. d'encourag.* 1882, S. 450.

Lindner, M. Die Anlage der Blitzableiter. Haarmann's Zeitſchr. f. Bauhdw. 1883, S. 17.

Lindner, M. Die Anlage der Blitzableiter. Maſchinenb. 1884, S. 93, 108.

Erfurth, C. Haustelegraphie, Telephonie und Blitzableiter in Theorie und Praxis etc. Berlin 1885.

Apparat zum Prüfen der Blitzableiter. Wochbl. f. Baukde. 1885, S. 387.

Die Blitzgefahr. Nr. 1: Mittheilungen und Rathſchläge betr. die Anlage von Blitzableitern für Gebäude. Herausg. im Auftrage des Elektrotechniſchen Vereins. Berlin 1886.

Tiemann, C. Der Blitzableiter etc. Freiburg i. B. 1886.

Leder, P. Blitzſchäden und ihre Verhütung. Hirſchberg 1886.

Elektro-techniſche Bibliothek. Bd. 29: Blitz und Blitz-Schutzvorrichtungen. Von A. v. Urbanitzky. Wien 1886.

Leuthold. Die Häufigkeit der Blitzſchläge im Königreiche Sachſen. Civiling. 1886, S. 1.

Ritgen. Plan, Ausführung und Veranſchlagung der Blitzableiter. Polyt. Journ., Bd. 265, S. 145, 209, 255.

Unger, Th. Beitrag zur Statiſtik der Blitzſchläge in Gebäuden, unter beſonderer Berückſichtigung der Provinz Hannover. Zeitſchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1887, S. 190. Deutſche Bauz. 1887, S. 81, 93.

Conſtruction des paratonnerres. Nouv. annales de la conſt. 1887, S. 121, 138.

Meidinger, H. Geſchichte des Blitzableiters. Karlsruhe 1888.

Blitzableiterſpitze aus Kohlenſtoff mit metalliſcher Porenfüllung. Maſchinenb. 1889, S. 196.

Waltenhofen, A. v. Ueber Blitzableiter etc. Braunſchweig 1890.

Digitized by Google

Anleitung zum Bau elektrifcher Haustelegraphen, Telephon- und Blitzableiter-Anlagen. Herausg. von der Actiengefellfchaft MIX & GENEST. Berlin 1890.
Praktifche Anleitung zur Anlage von Blitzableitern. 2. Aufl. Leipzig 1891. — 3. Aufl. 1897.
VISSER, J. L. Ueber Blitzableitungen. HAARMANN's Zeitfchr. f. Bauhdw. 1891, S. 73, 82, 94, 98, 106.
GRUNER, O. Die Blitzableiter nach ihrer Anordnung und praktifchen Ausführung etc. Leipzig 1892.
LINDNER, M. Die Technik des Blitzableiters etc. Weimar 1892.
Der Anfchluß der Gebäude-Blitzableiter an Gas- und Waffcrleitungen. Denkfchrift des Verbandes deutfcher Architekten- und Ingenieur-Vereine. Berlin 1892.
HAAS, W. A. Neue Blitzableiter-Auffangftangen mit abnehmbaren Obertheilen. Baugwks.-Ztg. 1892, S. 468.
GRUNER, O. Blitzableitungen. Civiling. 1892, S. 405.
MURANI, O. *Paraful mini etc.* Mailand 1893.
SCHMEHLIK, R. Konftruktion, Montierung und Prüfung des Blitzableiters. Gefundh.-Ing. 1894, S. 376, 393.
KOLONITS, J. Blitz und Blitzfchutzvorrichtungen. Köln 1895.
Blitzableiter an Eifenthürmen. Centralbl. d. Bauverw. 1896, S. 97.
HOPPE, O. Der Blitzableiter, im befonderen an Eifenthürmen. Centralbl. d. Bauverw. 1896, S. 113.
HOPPE, O Neue Anfchauungen über Blitz, Blitzgefahr und Blitzableiter. Centralbl. d. Bauverw. 1896, S. 457, 471.
MOORMANN. Zur Blitzableiterfrage. Centralbl. d. Bauverw. 1896, S. 506.
HOPPE, O. Blitzableiter an Eifenthürmen. Centralbl. d. Bauverw. 1896, S. 187.
VOLLER. Alte und neue Anfchauungen über die Wirkungsweife der Blitze und die Einrichtungen von Blitzableitern. Deutfche Bauz. 1897, S. 213.
Blitz und Blitzableiter. Deutfche Bauz. 1897, S. 350.
Anfchluß der Blitzableitungen außerhalb der Häufer an die Gas- und Waffcrröhren in Berlin. Journ. f. Gasb. u. Waff. 1897, S. 853.
Anfchluß von Blitzableitern an Waffer- und Gasleitungen. Gutachten der Königlichen Akademie des Bauwefens. Centralbl. d. Bauverw. 1898, S. 13.
JOS. HOUZER'fche Blitzableiterfpitze. Baugwks-Ztg. 1898, S. 1130.
FINDEISEN, F. Rathfchläge über den Blitzfchutz der landwirthfchaftlichen Gebäude. Berlin 1899.
Anleitung zum Bau elektrifcher Haustelegraphen-, Telephon- und Blitzableiter-Anlagen. Herausg. von der Aktiengefellfchaft MIX & GENEST etc. 5. Aufl. Berlin 1899.
Die Blitzgefahr. Nr. 2: Einfluß der Gas- und Waffcrleitungen auf die Blitzgefahr. Herausg. im Auftrage des Elektrotechnifchen Vereins von NEESEN. Berlin und München 1901.
Leitfätze über den Schutz der Gebäude gegen den Blitz. Centralbl. d. Bauverw. 1901, S. 259.
PRASCH, A. Leitfätze über den Schutz der Gebäude gegen Blitz. Oeft. Wochfchr. f. d. öff. Baudienft 1901, S. 571.
WELLISCH, F. Ueber Blitz und Blitzableiter. Oeft. Wochfchr. f. d. öff. Baudienft 1902, S. 9.

3. Kapitel.

Sicherungen gegen die Wirkung von Bodenfenkungen und Erderfchütterungen.

a) Sicherung der Gebäude gegen Bodenfenkungen[971]).

129. Wirkungen des Abbaues.

Im Jahre 1856 bemerkte man in Effen die erften Befchädigungen von Häufern über Bergwerken. Seitdem haben fich diefe Erfcheinungen faft in allen Bergbezirken Deutfchlands gezeigt. Wir nennen in erfter Linie: Effen, Iferlohn, Oberhaufen, Gelfenkirchen, Witten a. d. R., Annen bei Witten, Dortmund, dann zahlreiche Ortfchaften über dem Wurmrevier bei Aachen, dem Saarbrücker Kohlenbecken, fowie über den oberfchlefifchen Bergwerken und in Eisleben.

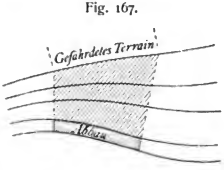
Die Wirkungen des Bergbaues auf Terrainveränderung können in zweierlei Weife vor fich gehen: entweder es ftürzen die Abbauftrecken, falls fie fich nicht mit Waffer gefüllt haben, nach einer Reihe von Jahren zufammen, oder die über

[971]) Die Sicherftellung von Gebäuden, die auf einem ftark preßbaren Untergrund zu errichten find, gehört in die Abteilung »Fundamente« (fiehe Teil III, Bd. 1 diefes »Handbuches«), ift alfo unter diefer Überfchrift nicht mit inbegriffen.

Digitized by Google

den Flötzen gelagerten waſſerhaltigen Schichten werden durch die mit dem Bergbau verbundene Waſſerentziehung trocken gelegt und ſetzen ſich ungleich zuſammen[272]). In beiden Fällen bilden ſich an der Oberfläche Erhebungen und Senkungen, vielfach verbunden mit Erdriſſen. Im Wurmrevier bei Aachen hat man beobachtet, daß der Abbau auf den platten (wagrechten) Flötzflügeln wellenförmige Senkungen hervorbringt, wogegen ſich der Abbau auf den flachen (geneigten) Flötzen meiſtenteils durch Spalten und Riſſe bemerkbar macht. In Belgien hält man an *Gonot*'s Theorie feſt, daß die Einwirkungen des Abbaues ſich ſenkrecht zur Flötzfläche bis zur Oberfläche fortſetzen (Fig. 167). Hiernach werden die Sicherheitspfeiler für Bauwerke innerhalb der Strecken feſtgeſetzt, und umgekehrt, hat man ein Bauwerk über Gruben zu errichten, ſo kann man hiernach mit einiger Sicherheit einen weniger gefährdeten Bauplatz ausſuchen, wobei man aber, da dieſe Theorie wenig ſicheren Untergrund hat, möglichſt weit von dem ſo ermittelten Gefahrterrain zurückbleiben wird.

Fig. 167.

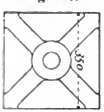


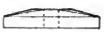
Die früher verbreitete Meinung, daß Abbaue in großer Tiefe keinen Einfluß auf die Oberfläche haben würden, hat ſich nicht beſtätigt. Selbſt bei über 600 m tief unter Tage abgebauten Flötzen ſind Bodenſenkungen eingetreten. Ebenſowenig ſchützt eine ſtarke Mergeldecke über dem Steinkohlengebirge; doch hat man beobachtet, daß über einer 200 m ſtarken Mergelſchicht keine Erdriſſe und Spalten vorkommen, wohl aber muldenförmige Einſenkungen. Abbau mit Bergeverſatz, bei welchem an die Stelle der weggenommenen Steinkohlen Schutt eingebaut wird, kann Bodenſenkungen erzeugen, welche bis zu einem Drittel der Flötzmächtigkeit betragen. Am meiſten gefährdet ſind Gebäude, welche am Rande eines Senkungsgebietes oder eines ſog. Sicherheitspfeilers liegen.

130. Sicherung geriſſener Gebäude.

Die Sicherung geriſſener Gebäude kann eine verſchiedene ſein. Bei Aachen befolgt man die Praxis, die Bewegung erſt völlig zur Ruhe kommen zu laſſen. Man erſieht dies, wenn Zementputzſtreifen, welche an einigen Stellen über die Riſſe gelegt werden, unverſehrt bleiben. Iſt dieſer Zeitpunkt eingetreten, dann werden die Ausbeſſerungen vorgenommen. Nur in Ausnahmefällen, wenn die Gebäuderiſſe zu bedenklich werden, greift man zu Verankerungen.

Fig. 168.





Ankerkopfplatte.

In anderen Gegenden, wo das Übel akuter auftritt, iſt man in der Regel zu Verankerungen gezwungen, denen häufig ein proviſoriſches Abſteifen der Fenſter- und Türſtürze vorangehen muß, damit dieſe beim Ausweichen der Wände nicht herabfallen. Die Anker wurden zuerſt ſehr ſchwach gemacht. Wir ſehen in Eſſen noch vielfach 2 cm ſtarke Anker mit Kopfplatten von 30×30 cm (Fig. 168), welche ſelbſtverſtändlich eine viel zu geringe Mauerfläche faßten. Später griff man zu 4 bis 5 cm ſtarken Ankern und Kopfplatten von 1 bis 2 qm, welche dann ihre Schuldigkeit beſſer taten.

Meiſtens beſchränkt man ſich auf die Verankerung des Kellermauerwerkes. Sämtliche Umfangs- und Zwiſchenmauern desſelben werden ſowohl unter der

[272]) Siehe auch: Centralbl. d. Bauverw. 1902, S. 137.
[272]) Nach: Zeitſchr. f. Baukde. 1878, Bl. 25.

Digitized by Google

Fig. 169. *Querſchnitt.*

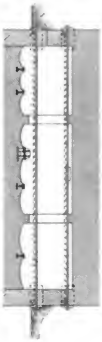


Fig. 170. *Grundriß.*

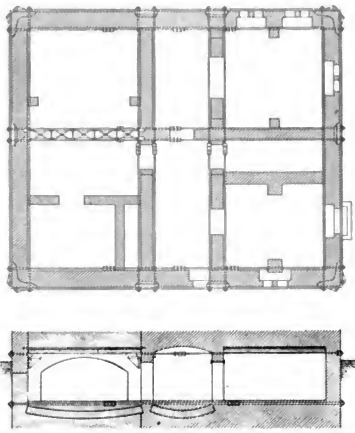
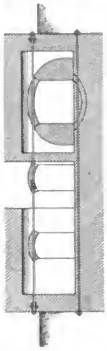


Fig. 171. *Querſchnitt.*



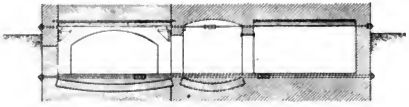
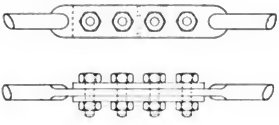


Fig. 172. *Längenſchnitt.* — 1/100 w. Gr.

Fig. 173. *Feſter Zuganker.*



1/10 w. Gr.

Fig. 174. *Eckverankerungsplatte.*

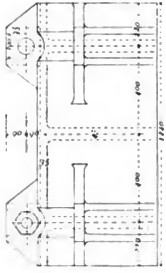
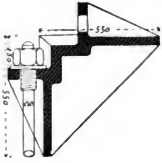


Fig. 175. *Regelbarer Zuganker.*

1/10 w. Gr.



Nachträgliche Verankerung eines Gebäudes[272]).

Digitized by Google

Sohle, als auch unter der Decke ihrer ganzen Länge nach durch Anker zuſammengezogen. An allen Stellen, wo die Scheidemauern nicht durchgehen, werden Spreizen aus Mauerwerk, aus Eiſen oder aus beiden Materialien eingeſchaltet, welche dem Zuge der Anker den nötigen Druck entgegenſetzen und ſo das Zuſammenziehen der vorher unverbundenen Mauerteile verhindern.

In Fig. 169 bis 175 iſt eine ſolche nachträgliche Verankerung dargeſtellt.

Die Ecken werden mit gußeiſernen Platten (Fig. 174) eingefaßt, welche außen mit den nötigen Anſätzen und Öffnungen zur Aufnahme der Zuganker, innen mit ein- oder mehrfachen Verſtärkungsrippen zum Einlaſſen in das Mauerwerk verſehen ſind. Die inneren Kellerwände werden unter dem Pflaſter und unter der Decke mit je einem Ankerpaare eingefaßt. Die Zuganker ſind bei geringer Ausdehnung durchgehend, bei größeren Längen geſtoßen und dann an den Stößen entweder durch Laſchen und Bolzen, bezw. Niete feſt oder durch Schraubenſchlöſſer regelbar verbunden (Fig. 173 u. 175).

Die Spreizen beſtehen am beſten aus maſſivem Schichtenmauerwerk oder aus elliptiſchem Erd- und Gurtbogen, ſo zwar, daß beide Bogen zuſammen eine geſchloſſene Ellipſe bilden; doch werden auch unter der Kellerſohle umgekehrte Gewölbe, unter der Decke gußeiſerne, die Zuganker umſchließende Stemmrohre oder bei größerer Länge maſſiv gewalzte oder gegliederte Balken angewendet. Wo Verankerungen in die Türen einſchneiden, werden ſchmiedeeiſerne Türgeſtelle eingeſchaltet, welche, oben und unten durch Zugſtangen verbunden, bisweilen überwölbt ſind, während die Teile der unterbrochenen Anker an deren Pfoſten enden und verſchraubt ſind.

Gebäude mit einſpringenden Ecken erfordern bis zur Höhe des Kellergeſchoſſes die Herſtellung voller Ecken durch Ausmauerung, um die oben erwähnten Eckplatten anbringen und danach eine zuſammenhängende Verankerung herſtellen zu können.

Die vorbeſchriebenen Sicherungsmittel haben ſich in zahlreichen Fällen ihrer Anwendung gut bewährt. Nur da, wo die Beſchädigungen durch Bodenſenkungen zu arge ſind, wird man die Kopfplatten noch vergrößern und auch die oberen Geſchoſſe verankern müſſen. Als Beiſpiel hierfür geben wir die von ***Kunhenn*** ausgeführte und in Fig. 176 bis 180 dargeſtellte Verankerung eines Hauſes in Eſſen a. d. R.

Hier ſind die Gebäudeecken mit 4 cm ſtarken und durch Rippen verſtärkten Gußplatten bis zur Höhe des I. Obergeſchoſſes eingefaßt, und zwar iſt die Anordnung ſo getroffen, daß die untere Platte über die obere faßt, ſo daß die beiden übereinander befindlichen Platten wie eine einzige wirken.

Die Zwiſchenmauern des Kellers ſind mit je 4 Ankern eingefaßt, welche ebenfalls an eine gemeinſame Kopfplatte faſſen. Die letzteren liegen bündig mit dem Mauerwerk; die Schraubenmuttern ſind eingelaſſen, ſo daß man äußerlich von der Verankerung nichts ſieht[271]).

131. Neubauten über Grubengelände.

Wir kommen nun zu der Frage, wie man Neubauten über Grubengelände zu konſtruieren habe? Selbſtverſtändlich müſſen dieſe allen Fällen der Bodenſenkungen Widerſtand leiſten. Letztere ſind erfahrungsmäßig folgende:

1) Der Baugrund ſinkt gleichmäßig lotrecht abwärts;

2) er ſinkt gleichmäßig geneigt;

3) es bildet ſich eine Erdſpalte, ohne daß aber eine Veränderung der Terrainneigung eintritt;

4) er nimmt eine konkave oder

5) eine konvexe Geſtalt an, wobei gleichzeitig Erdſpalten auftreten können;

6) ein Teil der Baugrundfläche bleibt unverändert, während der andere abſinkt, wobei ſich häufig längs der Erdſpalte eine Stufe bildet.

Fall 1 erfordert keine beſondere Sicherheitsmaßregeln. Im Falle 2 wird die Bindekraft des Mörtels meiſtens ausreichen, ein Rutſchen der Bauſteine auf ihrer Lagerfläche zu verhindern. Im Falle 3 wird eine gute Verankerung das Gebäude dagegen ſchützen, daß ſich die Erdſpalte auch in das Mauerwerk fortſetzt. Wie

[271]) Dieſe im Jahre 1881 ausgeführte Verankerung hat das Haus bis jetzt (1902) vollkommen geſchützt.

[272]) Nach Zeichnungen des Herrn Architekten *Fritz Kunhenn* daſelbſt.

Digitized by Google

Fig. 176. *Vordere Frontmauer.*

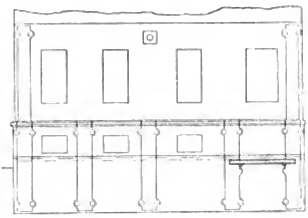


Fig. 177. *Rechtsſeitige Giebelmauer.*

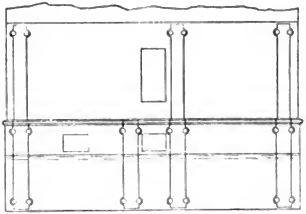


Fig. 178. *Grundriß des Kellergeſchoſſes.*

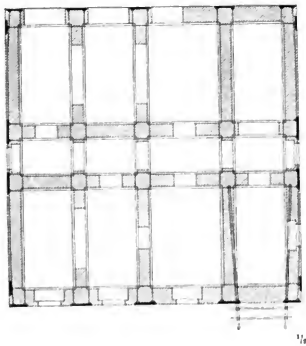
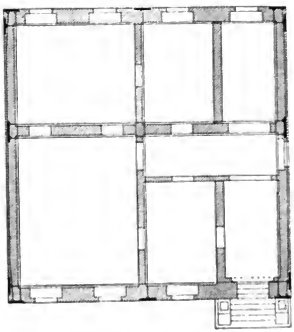


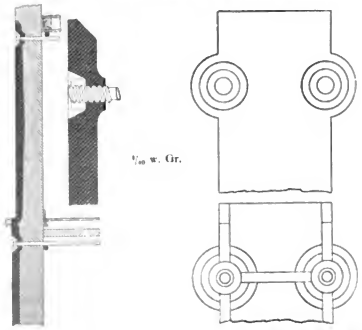
Fig. 179. *Grundriß des Erdgeſchoſſes.*



$^1/_{200}$ w. Gr.

Fig. 180. *Verankerungsplatten für die Zwiſchenmauern.*

Verankerung
des Hauſes
Ottilien-Straße Nr. 9
in Effen a. d. R.[275]).



Digitized by Google

aber wird es bei 4 bis 6? Hier bieten ſich zwei Möglichkeiten dar: entweder man ſchafft dem Gebäude ein völlig ſteifes Fundament, welches ſo ſtark iſt, daß es, möge der Boden darunter eine beliebige Form annehmen, nicht zerbricht, ſondern über den Stellen, wo der Zuſammenhang zwiſchen Gebäude und Baugrund verloren gegangen iſt, ſich frei trägt, oder aber man wählt eine Konſtruktion, welche ſo eingerichtet iſt, daß ſie der Senkung bis zu einem gewiſſen Grade folgen kann, gleichzeitig aber die Möglichkeit gibt, die wagrechte Lage wieder herzuſtellen.

Ein völlig ſteifes Fundament könnte man durch einen ſtarken Betonklotz oder durch einen eiſernen verſteiften Roſt erreichen. Im Kohlenbezirk von Saarbrücken hat man eine eiſerne Rahmenkonſtruktion zur Anwendung gebracht, auf welcher dann der weitere Bau ohne Verankerung errichtet wurde. Da dieſer Rahmen aber im ſtande ſein muß, das Gebäude auf größere Strecken frei zu tragen, mithin einer ſehr bedeutenden Stärke bedarf, ſo ſtellen ſich auch die Koſten ſehr hoch.

Fig. 181.

Vom Landgerichtshauſe in Eſſen. — $^1/_{250}$ w. Gr.

Billiger wird man davon kommen, wenn man das Kellermauerwerk durch Anker und Platten, bezw. Verſteifungen zu einem unverſchieblichen Ganzen geſtaltet. Dies iſt der am meiſten verbreitete Grundgedanke. Die Anordnung iſt eine ganz ähnliche wie die oben beſchriebene, welche für die Ausbeſſerung vorhandener Gebäude angewendet wird (ſiehe Fig. 176 bis 180). Nur kann man hier auch für lotrechte Verankerung ſorgen, indem man in das Mauerwerk an wichtigen Punkten lotrechte Anker einlegt, welche das Abheben des oberen Mauerwerkes vom unteren verhindern.

Heinzerling hat hierfür theoretiſche Betrachtungen angeſtellt, deren Hauptergebniſſe folgende ſind. Für die Verankerungs-Konſtruktion erſcheint es vorteilhaft, die Dicke der Mauer und das Gewicht derſelben — z. B. durch Anwendung von Fachwerk oder Hohlſteinen — ferner die Tiefe des Gebäudes, die Zahl und Belaſtung der Zwiſchendecken, ſowie das Gewicht der Bedachung möglichſt zu vermindern, dagegen den Abſtand der Verankerungsebenen möglichſt zu ſteigern und zu den Zugankern nur das zäheſte Eiſen zu verwenden. Beſonders wichtig aber erſcheint die Verminderung der Gebäudelänge. Wo, wie in ſtädtiſchen Straßen, fortlaufende Gebäudereihen herzuſtellen ſind, iſt es aus dieſem Grunde rätlich, die einzelnen Gebäude nicht im Zuſammenhange zu mauern, ſondern etwa durch gemauerte Feder und Nut mit geringem Spielraume zu verbinden und jedem derſelben eine ſelbſtändige Senkung zu geſtatten.

Letzterer Grundſatz iſt bei der Errichtung des Landgerichtshauſes in Eſſen in ausgedehnteſter Weiſe zur Anwendung gekommen. Der rieſige Gebäudekomplex iſt in 5 einzelne Teile von durchſchnittlich 30 m Frontlänge zerlegt, welche, ſtumpf gegeneinander ſtoßend, einen Spiel-

Digitized by Google

raum von 4 cm zwiſchen ſich laſſen. Hierdurch wird erreicht, daß ſich nicht nur die einzelnen Teile unabhängig voneinander ſenken können; ſondern es darf ſogar eine gewiſſe Schrägſtellung eintreten. In das Bankettmauerwerk und in der Höhe der Kellergewölbe ſind zwei vollſtändige Verankerungsſyſteme eingelegt. Die Keller ſind auf Schienen überwölbt, welche ebenfalls durch Annieten kräftiger Splinte zur Verankerung herangezogen ſind. Die Kopfplatten der durchgehenden Anker liegen beim unteren Syſtem außerhalb des Mauerwerkes, beim oberen innerhalb desſelben. Lotrechte Anker, von der Unterkante des Bankettes bis zum Erdgeſchoſſe reichend (Fig. 181), vollenden die Unverſchieblichkeit des Kellermauerwerkes. Oberhalb desſelben ſind ungewöhnliche Verankerungen nicht angebracht[226]).

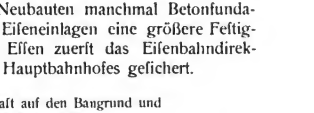
Seit etwa 1895 wendet man bei ſolchen Neubauten manchmal Betonfundamente an, welche nach *Monier*'ſcher Art durch Eiſeneinlagen eine größere Feſtigkeit gegen Biegung erhalten. So hat man in Eſſen zuerſt das Eiſenbahndirektionsgebäude, ſpäter das Empfangsgebäude des Hauptbahnhofes gefichert.

Hierbei iſt grundſätzlich beobachtet worden:

1) eine möglichſt gleichmäßige Verteilung der Laſt auf den Baugrund und
2) eine Belaſtung des Baugrundes mit höchſtens 2 kg auf 1 qcm.

Die Fundamente (Fig. 182) ſind aus Beton angefertigt, welcher 1 Teil Zement, 3 Teile Sand, 5 Teile Bruchſtein-Kleinſchlag enthält. In den Beton ſind jedesmal in einem Abſtande von 1/4 der Höhe unterhalb der Oberkante und oberhalb der Sohle glatte Rundeiſenſtäbe von 50 mm Durchmeſſer eingelegt, mithin in die Schwerlinie des gedrückten, bezw. gezogenen Teiles. An der Kreuzungsſtelle ſind die Eiſenſtäbe übereinander weggeführt und mit Eiſendraht verbunden. So iſt ein vollſtändiger Steinbalkenroſt entſtanden. Anker und Ankerplatten ſind nicht verwendet. Die Druckfeſtigkeit des Betons iſt auf 10 kg, die Zugfeſtigkeit des Eiſens auf 1000 kg für 1 qcm bemeſſen.

Fig. 182.



Will man bei zum Teil ſichtbaren Fundamenten ſtatt des Betons Ziegelmauerwerk in Zementmörtel anwenden, ſo empfiehlt es ſich wieder, auf je 1/6 der Flachſchienen von 20×70 mm Querſchnitt einzulegen, und zwar hochkantig in die Höhe Längsſtoßfugen.

Bei Kirchen ſoll man das Mauerwerk des Turmes nicht mit demjenigen der Kirche verbinden, weil der erſtere ſchwerer iſt und in der Regel tiefer einſinkt als die letztere.

Bei der durch *Senz* in Köln errichteten evangeliſchen Kirche in Kray, Landkreis Eſſen, iſt folgendes beobachtet. Der Turm und die daneben liegenden Treppenhäuſer ſtehen auf einer Betonplatte von 1,30 m Stärke, welche durch einen liegenden Trägerroſt armiert wurde. Im übrigen enthält der Turm in der Höhe der 3 Fußböden Ringverankerungen aus I-Eiſen mit Splinten an den Ecken. Das Glockengeſchoß iſt durch einen Kranz von Winkeleiſen im Fußboden und einem ebenſolchen Kranz über dem Scheitel der Schallluken, welche beide durch Walzprofile verbunden ſind, verankert. An dieſes Syſtem iſt von oben die Verankerung der Turmſpitze angeſchloſſen worden. Das Turmmauerwerk greift mit Spundung in das Kirchenmauerwerk. Letzteres iſt in der folgenden Weiſe verankert. In der Höhe des Sockels liegt eine aus I-Trägern beſtehende Ringverankerung, ebenſo in der Höhe des Emporenfußbodens und eine dritte in Geſimshöhe. Noch größere Sicherheit würde man erreicht haben, wenn man, wie dies von *Senz* beabſichtigt war, auch eine Verankerung in die Bankette eingelegt und dieſe mit der Sockelverankerung verbunden hätte.

132. Holzfachwerkbau.

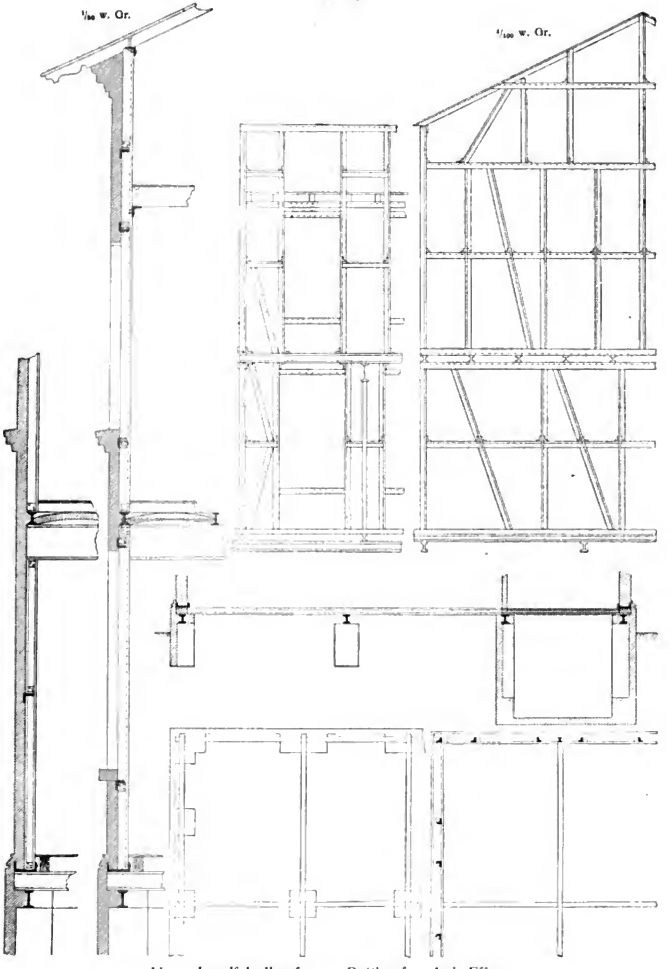
Obwohl durch derartige Maßregeln ein verhältnismäßig hoher Grad von Sicherheit erreicht wird, ſo muß man ſich im allgemeinen doch klar machen, daß die Verbindung von Ankern und Mauerwerk keine vollſtändige Verſteifung herbeiführen kann.

Wo man nicht durch die etwa verlangte Monumentalität gebunden iſt, wird

[226]) Bis jetzt (1902) hat ſich die im Jahre 1881 ausgeführte Sicherung vollkommen bewährt. Wie von vornherein zu erwarten war, zeigen ſich da, wo die 5 einzelnen Komplexe aneinander ſtoßen, zwar Riſſe, die manchmal ziemlich ſtark ſind; doch laſſen dieſe ſich mit Leichtigkeit durch Zuſtreichen beſeitigen.

Digitized by Google

Fig. 183.



Vom Landfchulhaufe zu Rotthaufen bei Eſſen.
Arch.: *Kuhlenn.*

Digitized by Google

man daher den Maſſivbau verlaſſen müſſen. *Von Dechen* empfiehlt für gewöhnliche Wohnhäuſer und ſonſtige kleinere Baulichkeiten den Holzfachwerkbau, indem er beobachtet hat, daß dieſer weit weniger zu leiden hat als der Maſſivbau. Dies erklärt ſich daraus, daß das Holz bis zu einem gewiſſen Grade im ſtande iſt, den Biegungen des Erdreiches zu folgen.

133. Sicherung gegen ſtärkere Senkungen.

Noch größere Sicherheit bietet der Schrotholz- oder Blockhausbau, bei welchem ja in jeder einzelnen Schicht eine vollſtändige Ringverankerung durch das Holz ſelbſt gebildet wird.

Aber alle dieſe Konſtruktionen können nur mäßigen Bodenſenkungen entgegenwirken.

Kommt ein größerer Gebäudeteil frei zu ſchweben, ſo werden ſie nicht mehr ausreichen, und man muß dann zum zweiten der oben genannten Prinzipe übergehen und die Konſtruktion derartig wählen, daß die Verbindung zwiſchen dem Gebäude und dem abgeſunkenen Erdreich durch Untermauerung wieder hergeſtellt werden kann, nachdem man erſteres, ſo gut es geht, durch Erdwinden wieder in die wagrechte Lage gebracht hat.

Von dieſem Gedanken ausgehend, hat *Kunhenn* 1878 das *Mallinckrodt*'ſche Geſchäftshaus in Eſſen und 1881 das Schulhaus in Rotthauſen in folgender, durch Fig. 183 veranſchaulichter Weiſe konſtruiert.

Das Fundament- und Kellermauerwerk beſteht aus einzelnen Pfeilern, welche, um das Eindringen des äußeren Erdreiches in die Keller zu verhindern, nur durch ſchwache Wände verbunden ſind. Iſt nun eine ſtellenweiſe Senkung eingetreten, ſo werden letztere durchgeſchlagen und Erdwinden eingeſetzt, welche das obere Gebäude wieder in die wagrechte Lage bringen und ſo lange darin erhalten, bis die abgeſunkenen Pfeiler neu aufgemauert ſind. Um dies zu ermöglichen, iſt das ganze Gebäude oberhalb der Pfeiler in Eiſenfachwerk konſtruiert. An beiden Langſeiten liegt zunächſt je ein I-Träger; über denſelben, durch einzelne Mittelpfeiler unterſtützt, liegen die Querträger, die zugleich als Träger für die Kellerkappen dienen, daher an dieſer Stelle keinen beſonderen Geldaufwand verurſachen. Auf dieſen ruht in den Außenmauern ein ⊔-Eiſen, in gleicher Höhe ringsum laufend, welches zur Hälfte als Baſis, bezw. Schwelle für das Eiſenfachwerk dient, zur anderen Hälfte aber auch das Verblendungsmauerwerk unterſtützt. Es iſt nämlich hier verblendetes Fachwerk gewählt, durch welches ein doppelter Vorteil erreicht wird: einmal wird ein beſſeres Warmhalten für die Innenräume erzielt; dann aber auch wird die Eiſenkonſtruktion gegen die Temperaturveränderungen geſchützt.

134. Gutachten über Bodenſenkungen.

In den Kohlenbezirken wird dem Architekten heutzutage häufig die Frage vorgelegt, ob Riſſe an Gebäuden vom Bergbau herrühren oder nicht. Völlig ſichere Merkmale gibt es hierfür nicht, da andere Urſachen, wie ungleichmäßig ſich zuſammendrückender Untergrund und mangelhafte Gründung, ganz ähnliche Erſcheinungen hervorrufen.

In erſter Linie hat man darauf zu achten, ob am Gebäude vorhandene wagrechte Gliederungen, wie Haupt-, Gurt- und Sockelgeſimſe, Abweichungen von der Wagrechten aufweiſen. Letzteres wird durch ein Nivellement unterſucht, wofür ſich in der Regel das Sockelnivellement eignet. Diagonale Riſſe im Deckenputz zeigen an, daß Verbiegungen des Gebäudes ſtattgefunden haben. Riſſe in den Scheiteln der Fenſterbogen beweiſen, daß Ausweichungen der Front- oder Giebelmauern eingetreten ſind; Ablotungen ergeben das genaue Maß derſelben. Kommt hierzu ein Gutachten der Bergſachverſtändigen, daß unterhalb des Gebäudes Bergbau getrieben iſt oder nach Lage der Erdſchichten die Einwirkung nahe gelegener Gruben ſich bis an das erſtere erſtrecken kann, ſo iſt mit großer Wahrſcheinlichkeit auf „Bergſchäden“ zu ſchließen. Zur Sicherheit wird die Vermutung, wenn ein Haus mehrere Jahre unverſehrt geſtanden hat und dann plötzlich, unter Auftreten der angegebenen Erſcheinungen, zu reißen beginnt.

Digitized by Google

b) Sicherung der Gebäude gegen Erderſchütterungen.

135. Erderſchütterungen.

Neuere Naturforſcher teilen die Erderſchütterungen in vulkaniſche und in nicht vulkaniſche ein.

Die erſteren gehen den Eruptionen der Vulkane voraus und begleiten dieſelben. Sie machen ſich bemerkbar, ſobald im Inneren des Kraters die dem Erdinneren entſtrömenden Gaſe und Dämpfe die zähe Lavamaſſe explosionsartig durchbrechen.

Die nicht vulkaniſchen können ſehr verſchiedenartige Veranlaſſung haben, und zwar wird jede räumliche Veränderung in den Geſteinsſchichtungen als ein Erdbeben empfunden.

Eine Haupturſache derſelben bildet die Kontraktion der Erdrinde infolge der Abkühlung des Erdballes. Eine andere iſt in den chemiſchen Veränderungen der Geſteine zu ſuchen, z. B. des Anhydrits in Gyps, des Kalkſteines in Dolomit, des Schiefertones in Tonſchiefer, ſowie in der Zerſetzung der Kohle, wobei durch das Entweichen von Kohlenſäure, Kohlenoxyd etc. ein Subſtanzverluſt entſteht. Eine dritte finden wir in unterirdiſchen Auswaſchungen, z. B. der Salzlager (Wieliczka, Staßfurt), ſowie unter Thermalbädern (Aachen, Agram, Ischia). Immer aber iſt der Zuſammenbruch unterirdiſcher Höhlungen die letzte Veranlaſſung.

Fig. 184.

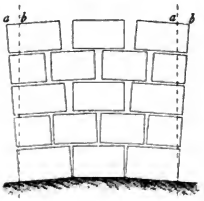


Fig. 185.

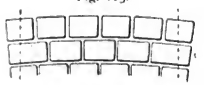


Fig. 186.

Die Wirkungen an der Erdoberfläche werden als ſukkuſſoriſche (ſtoßweiſe) und undulatoriſche (wellenförmige) empfunden. Häufig bilden ſich Erdſpalten und plötzliche Bodenſenkungen. Die Erſchütterungen machen ſich am Erdboden ſehr wenig, auf hohen Türmen ſehr ſtark bemerkbar, innerhalb der Bergwerke meiſtens gar nicht. Felsboden bietet ein Hindernis für die Fortpflanzung des Erdbebens; vom Waſſer durchzogenes Terrain begünſtigt dieſelbe. Immer geſchieht ſie ſtrahlenförmig von einem Mittelpunkte aus (Epizentrum), unter welchem man den eigentlichen Erdbebenmittelpunkt (Zentrum) zu ſuchen hat.

136. Wirkung auf Gebäude.

Die Bauwerke leiden durch das Erdbeben mehr oder minder, je nach Material und Konſtruktion. Stellen wir uns ein freiſtehendes Stück Mauerwerk (Fig. 184) zunächſt unter dem Einfluſſe einer einzigen Terrainwelle, alſo ganz abgeſehen von den ſich wiederholenden Oszillationen, vor. Die beiden lotrechten Außenkanten werden ſich ſenkrecht zur Wellenoberfläche zu ſtellen ſuchen und eine größte Abweichung erfahren, welche wir *ab* nennen wollen. Haben wir in der oberſten Quaderſchicht (Fig. 184) 3 Quaderlängen, ſo wird die Öffnung jeder der beiden Stoßfugen gleich *ab* ſein. Haben wir aber eine Bruchſteinmauer (Fig. 185), in deren oberſter Schicht ſich 5 Stoßfugen befinden, ſo wird jede derſelben $^2/_5$ *ab* betragen, bei einer Backſteinmauer mit 8 Fugen (Fig. 186) ſogar nur $^2/_8$ *ab*. Die Verſchiebung des einzelnen Backſteines wird alſo eine geringere ſein als die des Bruchſteines, und eine weit geringere als die des Quaders. Die Größe der Einſturzgefahr wächſt aber proportional mit der Verſchiebung des einzelnen Steines. Ziehen wir auch die mehrmaligen Erſchütterungen in Betracht, ſo wird das Verhältnis für das Quadermauerwerk noch ungünſtiger. Hat ſich die Mörtelfuge geöffnet, ſo daß alſo der Bauſtein einen ſich frei bewegenden Körper bildet, ſo wird

Digitized by Google

der Quader infolge ſeiner viel größeren Maſſe auch eine bedeutendere lebendige Kraft gewinnen.

Iſt, wie gewöhnlich, das Quadermauerwerk mit einer Bruch- oder Backſteinhintermauerung verſehen, ſo wird die Gefahr noch größer. Während ſich in einer ſolchen Mauer die Fugen an der Anſichtsfläche ſehr weit zu öffnen ſtreben, können jene der Hintermauerung nur wenig folgen; während die Quader die Neigung zu einer heftigen Bewegung haben, iſt die lebendige Kraft der Hintermauerung eine geringe, ſo daß ſchließlich eine vollſtändige Lostrennung der Faſſadenfläche von der Hintermauerung erfolgen muß.

Zu Gunſten des Backſteinmauerwerkes ſpricht auch die beſſere Verbindung durch den Mörtel, deſſen Adhäſion an Sand- und Kalkſtein, Granit und Marmor eine geringe iſt.

Noch beſſer aber als Backſteinmauerwerk wird ſich, nach den vorangegangenen Betrachtungen, Betonmauerwerk bewähren, bei welchem die Gleichartigkeit die größte, die Mörtelverbindung die ſtärkſte, die Maſſe der einzelnen Teile die geringſte iſt.

Dieſe hier theoretiſch aufgeſtellten Grundſätze werden durch die Erfahrung beſtätigt. Nach den Beobachtungen des Generals *Tripier*[227]), welcher 14 Jahre in Afrika ſtand und mehrere Erderſchütterungen erlebte, wurden zu Point-à-Pitre und zu Mascara (in der Provinz Oran) Backſteinbauten wenig beſchädigt, während die Quaderbauten größtenteils einſtürzten, und zwar löſte ſich bei dieſen vielfach das Faſſadenmauerwerk von der Hintermauerung ab. Die meiſten derartigen Außenmauern brachen über der Balkenlage des I. Obergeſchoſſes ab und ſtürzten nach außen. Am beſten bewährten ſich die aus der Zeit der Mauren ſtammenden Gußmauern.

137. Sicherung der Mauern.

Hat man daher unter den Bauſtoffen die Wahl, ſo wird man bei Neubauten Beton vorziehen. Tatſächlich haben die Franzoſen neuerdings kleinere Militärlazarette in Afrika ſo konſtruiert. Dieſelben ſind überwölbt.

Leider finden wir aber in vielen Gegenden weder Backſtein-, noch Betonmaterial, noch einen feſt bindenden Mörtel, dafür aber vorzügliche Quader- und Bruchſteine. In ſolchen Fällen muß man durch Hilfskonſtruktionen die Feſtigkeit zu erhöhen ſuchen. Die Quader jeder einzelnen Schicht ſind unter ſich durch Eiſen- oder Bronzeklammern, mit der darüber und darunter liegenden Schicht durch Stein- und Eiſendübel zu verbinden, ſo daß das Klaffen der Fugen und die Bewegung des einzelnen Steines völlig vermieden wird. Ferner muß die Hintermauerung an das Faſſadenmauerwerk eng angeſchloſſen werden. Dies geſchieht in erſter Linie durch Anordnung zahlreicher Quaderbinder, welche möglichſt durch die ganze Mauerſtärke hindurchreichen müſſen. Außerdem ſind kurze Anker anzuordnen, deren Splinte die Bruchſteine oder Backſteine an die Quader herandrücken. Hauptſächlich hat dies in den am meiſten gefährdeten Fenſterpfeilern zu geſchehen.

Daß die Quaderbauten der alten Griechen und Römer ſorgfältige Klammerverbindung der Werkſteine jeder Schicht und eine Verbindung der einzelnen Schichten durch eiſerne oder hölzerne Dübel zeigten, iſt genügend bekannt. Nur ſo iſt ihre Widerſtandskraft gegen zahlreiche Erdbeben zu erklären, wenn auch vielleicht der Schutz hiergegen nicht beabſichtigt war.

Wie ſich das Fehlen dieſer Sicherung rächt, zeigt die *Michaels*-Kapelle im Münſter zu Aachen ſehr deutlich. Hier ſind durch verſchiedene Erderſchütterungen die Quader ſämtlicher Fenſterpfeiler ſo bedeutend verſchoben, daß die vortretenden Halbſäulen (Dienſte) Schlangenlinien bilden. Die Verſchiebung der einzelnen Quader übereinander beträgt ſtellenweiſe 4 cm. Beim Neubau des Glockenturmes daſelbſt wurden 1882 die einzelnen Schichten durch Steindübel, 8×8 cm breit und 15 cm hoch, an den Ecken und Strebepfeilern verbunden; an Zwiſchenpunkten ſind Eiſendübel, 10 cm lang und 2 cm ſtark, eingelegt. In derſelben Schicht wurden die einzelnen Quader durch Eiſenklammern, 18 cm lang, 2 cm breit und 1 cm ſtark, verbunden. In der Höhe der Fenſter hat das Mauerwerk wegen der ſtarken Durchbrechungen am meiſten zu leiden; deshalb iſt an

[227]) Vergl.: *Nouv. annales de la conſtr.* 1867, S. 58.

Digitized by Google

dieſer Stelle ein Ringanker in den ganzen Umfang gelegt, welcher in den Fenſtern gleichzeitig als Sturmeiſen dient. Letztere Vorſichtsmaßregel iſt bereits bei der Erbauung des herrlichen Chores, welcher aus dem XIV. Jahrhundert ſtammt, angewendet worden. Trotz der zahlreichen Erdbeben, welche die Stadt Aachen ſeitdem heimgeſucht haben, hat dieſer Chor, welcher uns durch ſeine außerordentlich kühne Konſtruktion in Erſtaunen verſetzt, nicht im mindeſten gelitten.

138. Nachträgliche Sicherung.

Wie man dieſe Schutzmittel nachträglich bei älteren Bauwerken anwenden kann, dafür teilt General *Tripier*[277]) ein Beiſpiel in den Rekonſtruktionsarbeiten des *Beglick*-Hoſpitals zu Mascara mit.

Am Nordweſtflügel desſelben hatte ſich die Blendung von der Hintermauerung getrennt. Nun legte man im Äußeren und Inneren lotrecht an die Fenſterpfeiler ſtarke, durch Bolzen verbundene Hölzer und verband außerdem die Mauern unter ſich durch eiſerne Anker. Obgleich das Mauerwerk ſehr mangelhaft war, hat das Erdbeben von 1851 demſelben nichts geſchadet, während der weit beſſer gebaute ſüdliche Flügel, für den man eine derartige Vorſicht nicht gebraucht hatte, zuſammenſtürzte.

139. Sicherung ganzer Gebäude.

Allein die Befeſtigung der einzelnen Mauern in ſich genügt noch keineswegs. Zwei lotrechte Mauern werden beim Durchgange eines Wellenberges nach oben divergieren, beim Durchgange des Wellentales konvergieren. Wiederholt ſich dieſe wechſelnde Bewegung mehrfach, ſo wird der Einſturz unvermeidlich ſein, wenn nicht das Ausweichen der Mauern durch gegenſeitige Verankerung und Verſtrebung gehindert wird.

Bei geringen Erſchütterungen wird es genügen, die Balken möglichſt in ganzen Längen durch das Gebäude zu legen, bezw. die Stöße derſelben gut durch Schienen zu ſichern und außerdem die erforderliche Zahl von Balken- und Giebelankern anzubringen. Beim Erdbeben von Djijely (1856) blieben nach *Tripier* die balkentragenden Scheidewände unverſehrt ſtehen, während die den Balken parallelen Umfaſſungswände einſtürzten.

Am ſchwierigſten iſt der Schutz von Gebäuden ohne Innenmauern, wie von Kirchen, Sälen, Speichern, Körnermagazinen und Fabriken. Hier genügt es nicht, das Fallen nach außen zu hindern, ſondern auch den Einſturz nach innen, ſo daß alſo außer einer Verankerung auch eine Verſtrebung angebracht werden muß. Die beſten Dienſte hierfür leiſten die Überwölbungen, welche aber durch hoch geführte Hintermauerung und kräftige Anker zuſammengehalten werden müſſen.

140. Sicherung gegen ſtärkere Erſchütterungen

Bei ſtärkeren Erſchütterungen wird man zu kräftigeren Mitteln greifen und das Gebäude durch ein Syſtem von wagrechten eiſernen Bändern und lotrechten Schienen einſchnüren müſſen. Beſonders wird dies in den oberen, ſtärker ſchwankenden Geſchoſſen notwendig ſein.

In Smyrna haben ſich Backſteinbauten, bei denen in den Lagerfugen des Mauerwerkes Bandeiſen wagrecht eingelegt wurden, recht gut bewährt, ohne daß dieſelben auch lotrecht verbunden waren[278]).

In Japan aber haben franzöſiſche Ingenieure auch die lotrechten Verbindungen für notwendig erachtet[279]).

Die Konſtruktion iſt folgende (Fig. 187 u. 188). In die Lagerfugen der Außen- und Innenmauern ſind, wie in Smyrna, Flachſchienen *A* (60×20 mm) eingelegt, die erſte in das Fundament, die zweite in die Höhe der erſten Balkenlage etc. An den Ecken und an den Kreuzungspunkten greifen dieſe Schienen übereinander und ſind mit Öhren verſehen, durch welche die lotrechten Rundeiſen *B* (von 40 mm Stärke) geſteckt ſind. Dieſe vertreten die Splinte und verhindern zugleich das Öffnen der Lagerfugen, indem ſie die Flachſchienen miteinander verbinden. Auf dieſe Weiſe entſtehen quadratiſche Felder, innerhalb deren eine Bewegung des Mauerwerkes kaum möglich iſt. Der Temperaturunterſchied beträgt dort 40 Grad; auf 4 m Länge wird ſich das Eiſen

[278]) Siehe: *Engineer*, Bd. 50, S. 308.
[279]) Siehe: *Memoires de la soc. des ing. civils* 1877, S. 462.

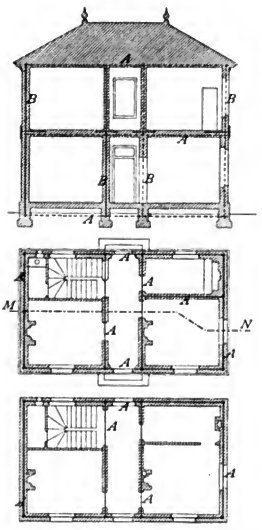
Digitized by Google

um 2 mm ausdehnen. Zur Ausgleichung dienen Tannenholzkeile, welche in die Öhre gefteckt werden und fich um 2 mm zufammenpreffen laffen.

Bei der Kaferne zu Aumale hatten fich während des Erdbebens vom 1. Oktober 1858 Trennungen zwifchen den Faffadenmauern und den Scheide-, bezw. Giebelmauern gezeigt. Um das Gebäude zu erhalten, verband man die Faffaden unter fich durch lange eiferne Anker längs der Innenmauern und die Giebelwände ebenfo mit den letzteren. Außerdem legte man in jedem Obergefchoß in der Höhe der Fenfterftürze eiferne Bänder um das ganze Gebäude herum, welche unter fich wiederum durch ftarke lotrechte Stangen verbunden waren, eine Arbeit, welche 35000 Franken koftete.

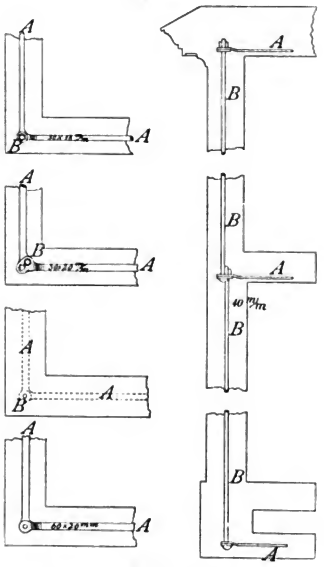
Fig. 187.

Schnitt M N.



1/200 w. Gr.

Fig. 188.



1/50 w. Gr.

Wie man aber auch den Maffivbau verankern möge, fo wird er doch in Bezug auf Sicherheit hinter anderen Konftruktionen zurückftehen.

Wenn man fieht, welche bedenklichen Neigungen in alten deutfchen Städten die Holzfachwerkbauten angenommen haben, ohne daß man an einen Abbruch denkt, fo kann man wohl daraus fchließen, welche Verbiegungen ein folches Gebäude bei Erdbeben erleiden kann, ohne zufammenzuftürzen. Schwellen und Rahmen bilden eine vollftändige Ringverankerung, eine forgfältige Schienenverbindung aller Ecken und Stöße vorausgefetzt.

In Smyrna hielt man[278]) bis zur Einführung der Bandeifenanker ftreng an Fachwerkhäufern mit einem Gefchoß feft, d. h. mit Erd- und Obergefchoß. Konftruiert find diefelben in einfachem

Digitized by Google

oder auch in verblendetem Holzfachwerk. Letzteres hält ſich gut, ſolange das Holz geſund bleibt; wenn die Fäulnis beginnt, tritt das entgegengeſetzte ein, wie z. B. beim engliſchen Konſulatgebäude.

Noch wirkſamer als Fachwerk iſt der Schrotholz- oder Blockhausbau. Hier hat das Gebäude eigentlich in jeder Höhe eine Ringverankerung; Außen- und Innenwände beſitzen vollkommene Steifigkeit; das ganze Bauwerk iſt homogen, da es nur aus Holz beſteht; ein Herausfallen von Backſteinen, wie beim Fachwerkbau, kann nicht vorkommen.

Iſt Holzbau in Rückſicht auf Feuersgefahr nicht zuläſſig, ſo bleibt nichts anderes übrig als der Eiſenfachwerkbau. Auf der Pariſer Ausſtellung 1878 waren von *Moiſant* Zeichnungen zu Wohnhäuſern auf der Inſel Guadeloupe ausgeſtellt, welche dieſes Syſtem zeigten.

Da die Erfahrung zeigt, daß unterhalb der Erdoberfläche die Wirkungen des Erdbebens abnehmen, ſo empfiehlt ſich eine tiefe Gründung.

In Tokio hat man ein Gebäude auf Kugeln geſetzt, welche auf untergelegten, mäßig gekrümmten Platten ruhen; angeblich mit Erfolg [280]).

Statt langer Gebäudekomplexe wird man einzelne voneinander getrennte Gebäude errichten, weil ſich bei dieſen die Wellenwirkung weniger bemerkbar macht [281]).

Alle dieſe Schutzmittel ſind im weſentlichen dieſelben, wie ſie in Deutſchland gegen die Bodenſenkungen (ſiehe Art. 129 bis 134, S. 166 bis 174) angewendet werden.

141. Sicherung der Schornſteine, Dächer etc.

Außer den Mauern müſſen auch alle übrigen Teile eines Gebäudes möglichſt feſt konſtruiert werden. Vor allen Dingen ſind die Schornſteine ſorgfältig zu verankern; Ziegeldächer ſind zu vermeiden oder wenigſtens gut in Kalk einzudecken, beſſer aber durch Zink-, Aſphalt- oder Holzzementdächer zu erſetzen. Letztere dürfen nicht zu ſchwer durch Kies und Erde belaſtet werden. In Smyrna haben ſich flache Dächer, mit einem 20 bis 25 cm hohen Gemenge von Erde und Steinen, welches die Mauern zu ſehr belaſtet, nicht bewährt [282]).

Auf die Herſtellung eines feſten Deckenputzes iſt beſondere Rückſicht zu nehmen. Treppen dürfen nur aus Holz oder Eiſen konſtruiert werden.

142. Stellung der Gebäude.

Zum Schluſſe hätten wir noch etwas über die Stellung von Bauwerken zu ſagen, wenn das Epizentrum und die Laufrichtung der Erdbebenwelle aus wiederholten Vorkommniſſen bekannt ſind, wie dies namentlich in der Umgebung der Vulkane der Fall iſt. Steht eine Mauer ſenkrecht zur Laufrichtung einer Welle, alſo parallel zur Welle ſelbſt, ſo wird dieſelbe, indem ſie unter der Mauer durchläuft, dieſe heben und ſenken, ohne ihr großen Schaden zu tun. Steht ſie aber radial zum Epizentrum, ſo werden einzelne Teile der Mauer gehoben, andere gleichzeitig geſenkt, und es muß notwendigerweiſe ein Zerreißen erfolgen. Eine kurze Mauer hat ſelbſtverſtändlich hierbei weniger zu leiden als eine lange, woraus ſich die Regel ergeben würde, Häuſer möglichſt ſo zu ſtellen, daß ihre kurzen Fronten radial zum Epizentrum ſtehen.

143. Vorſchriften für die Inſel Iſchia.

Die im vorſtehenden angegebenen Sicherungsmittel finden ſich in dem Entwurfe zu Vorſchriften für Errichtung von Gebäuden auf der Inſel Iſchia zum Teil praktiſch verwertet. Wir teilen daraus das folgende mit.

Als Bauplatz ſoll hinfort tunlichſt eine ebene oder wenig geneigte Fläche gewählt werden, da die Lage der Gebäude an ſteileren Abhängen ſich als ſehr verhängnisvoll erwieſen hat. Die allgemeine Grundrißform der Gebäude ſoll die quadratiſche ſein oder ſich derſelben doch möglichſt

[280]) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1886, S. 56.
[281]) Siehe ebendaſ.
[282]) Siehe: *Engineer*, Bd. 50, S. 308.

Digitized by Google

nähern. Ist für die betreffende Lage eine bestimmte Richtung festgestellt, in welcher die Erdstöße in der Regel erfolgen, so ist das Gebäude so zu stellen, daß eine seiner Diagonalen mit der Richtung der Erdstöße zusammenfällt. Wenn der Baugrund an sich nicht genügend fest ist, so muß durch Herstellung einer Schicht von Mauerwerk oder Beton ein künstliches Fundament geschaffen werden. Die Dicke dieser Schicht soll mindestens 0,70 m betragen, wenn das Gebäude aus leichtem Material aufgeführt ist, dagegen mindestens 1,20 m, wenn es mehr als ein Stockwerk erhalten oder aus schwererem Material hergestellt werden soll. Kein neues Gebäude darf mehr als 2 Geschosse über dem Erdboden haben. Ein Kellergeschoß ist zulässig; doch muß seine Höhe auf das notwendigste Maß beschränkt werden. Die Höhe des Gebäudes, vom tiefsten Punkte des Fußbodens an gerechnet, bis zum höchsten Punkte der Umfassungsmauern darf 9,50 m nicht übersteigen.

Als zweckmäßigste Art der Ausführung der Umfassungs- und Hauptscheidewände wird ein mit dem Namen *Baraccato* bezeichnetes System empfohlen, welches sich auch in anderen, der Erdbebengefahr ausgesetzten Gegenden besonders bewährt haben soll. Es besteht darin, daß zunächst ein kräftiges Fachwerk aus Holz oder Eisen mit gutem wagrechten oder lotrechten Verbande hergestellt wird und die Fächer dann ausgemauert werden. Die zur Ausmauerung dienenden Steine sollen möglichst leicht sein und werden gegen das Herausfallen nach innen oder außen noch durch geeignete Mittel — Übernageln von Latten über die Flächen hin und dergl. — gesichert.

Mit Gewölben dürfen bei neuen Gebäuden nur die Kellerräume überdeckt werden. Das Gewölbe muß aber aus gutem Material und aus gutem Mörtel kunstgemäß ausgeführt werden. Der Gewölbebogen soll aus einem Mittelpunkte geschlagen sein und mindestens $^1/_8$ Pfeilhöhe haben. Die Schlußsteinstärke darf nicht unter 0,25 m betragen.

Alle Wohnräume sollen mit Balkendecken versehen sein, deren Balken mit dem Fachwerk der Umfassungs- und Scheidewände sorgfältig zu verbinden sind. Ebenso soll auch das Dachgerüst in fester Verbindung mit dem Fachwerk der Wände stehen. Werden Ziegel zur Deckung verwendet, so müssen diese möglichst leicht sein und mit Nägeln, Haken oder in anderer Weise so befestigt werden, daß sie auch bei starken Stößen nicht herabfallen. Als Bauholz wird das Kastanienholz empfohlen, welches vom italienischen Festlande zu verhältnismäßig billigen Preisen zu beschaffen ist. Sollen die Wände nicht in Fachwerk, sondern massiv hergestellt werden — was in der Regel nur gestattet werden darf, wenn das Gebäude bloß ein Geschoß über der Erde erhält und auf einem weniger gefährdeten Platze steht — so ist die Aufmauerung in Ziegelsteinen der Ausführung in den auf der Insel vorhandenen natürlichen Steinen vorzuziehen. Kommen letztere zur Anwendung, so müssen sie zu parallelepipedischen Stücken bearbeitet werden, um einen guten Verband damit herstellen zu können. Die Stärke derartiger massiver Umfassungsmauern soll bei Gebäuden mit nur einem Geschoß, dessen Höhe 4,00 m nicht übersteigen darf, nicht unter 0,70 m betragen. Fenster- und Türöffnungen müssen in solchen Mauern mindestens 1,50 m von den Ecken entfernt sein.

Die Anordnung von Gliedern, welche aus der Front der Mauern hervorspringen, wie Gesimse und dergl., ist tunlichst zu vermeiden. Balkone müssen mit den Umfassungswänden fest verbunden werden; bei ihnen darf der am weitesten ausladende Teil höchstens um 0,60 m vor die Front vorspringen. Kirchenneubauten sollen nur in bescheidenen Abmessungen gehalten werden. Für dieselben wird eine Basilikaform mit 3 Schiffen empfohlen. Die Wände sollen nach dem *Baraccato*-System oder ganz in Holz, die Säulen zwischen den Schiffen aus Eisen hergestellt werden. Hohe Türme dürfen nicht angeordnet werden; die Glocken sind auf Türmchen, welche sich nur wenig über die Umfassungsmauern erheben und mit diesen fest verbunden sind, aufzuhängen [283]).

Literatur

über „Sicherungen gegen die Wirkung von Bodensenkungen und Erderschütterungen“.

Effets des tremblements de terre sur les conftructions en maçonnerie. Nouv. annales de la conft. 1867, S. 58.

Dechen, v. Gutachten über die Bodensenkungen in und bei der Stadt Essen. Bonn 1869.

Heinzerling, F. Hochbau auf unterhöhltem Baugrund. Allg. Bauz. 1878, S. 67.

Conftructions en vue des tremblements de terre. La femaine des conft. 1877—78, S. 185, 198.

Die Erdbeben und ihre Beziehung zur Bautechnik. Romberg's Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1880, S. 154.

Spillner. Sicherung der Gebäude gegen die Wirkungen des Erdbebens. Centralbl. d. Bauverw. 1881, S. 70.

[283]) Nach: Centralbl. d. Bauverw. 1884, S. 128. — Über die Ausführung solcher Bauten siehe ebendas. 1891, S. 353.

Digitized by Google

SPILLNER. Hochbauten über Gruben-Terrains. Wochbl. f. Arch. u. Ing. 1881, S. 477.
DELAUNEY, J. *Lois des grands tremblements de terre et leur prévision.* Paris 1884.
Die Wiederbebauung der Inſel Iſchia. Centralbl. d. Bauverw. 1884, S. 127.
The earthquake in Eſſex. Engineer, Bd. 57, S. 321.
Sicherung von Gebäuden gegen Erdbeben. Centralbl. d. Bauverw. 1886, S. 56.
KELLER, H. Die Neubauten im Erdbebengebiet auf Iſchia. Centralbl. d. Bauverw. 1891, S. 353.
MONTOSSUS DE BALLORE, E. DE. *Effets des tremblements de terre ſur les conſtructions et moyens d'y remédier.* Nancy 1894.
TOULA, F. Ueber Erdbeben. Zeitſchr. d. öſt. Ing.- u. Arch.-Ver. 1895, S. 609.
STRADEL, A. G. Bautechniſche Studien anläßlich des Laibacher Erdbebens. Zeitſchr. d. öſt. Ing.- u. Arch.-Ver. 1896, S. 257, 276.

Digitized by Google

2. Abſchnitt.

Stützmauern und Terraſſen, Freitreppen und äufsere Rampen.

1. Kapitel.

Stützmauern.

Von E. SPILLNER.

144. Verſchiedenheit der Anlage.

Unter der Bezeichnung „Stützmauern“ umfaßt man ganz allgemein diejenigen Mauerwerkskörper, welche beſtimmt ſind, Erdreich vor dem Abrutſchen zu bewahren. Häufig unterſcheidet man einzelne Gattungen von Stützmauern, je nachdem dieſe beſtimmt ſind, gewachſenen oder aufgeſchütteten Boden abzuſtützen. Die Benennung derſelben iſt keine ganz feſtſtehende; indeſſen iſt doch die folgende Unterſcheidung die am meiſten verbreitete, welche auch im nachſtehenden feſtgehalten werden ſoll.

1) Stützmauern ſind Mauern, welche den Druck von aufgeſchüttetem Material auszuhalten haben,

2) Futtermauern ſolche, welche den gewachſenen Boden ſtützen, und

3) Verkleidungsmauern ſolche, welche nur den Zweck haben, ſonſt feſtes Geſtein vor Verwitterung zu ſchützen.

Der Vollſtändigkeit wegen müſſen wir noch hinzuziehen:

4) Steinbekleidungen, d. h. ſolche Abpflaſterungen, welche beſtimmt ſind, die Böſchung von künſtlichen Erdſchüttungen (Dämmen etc.) zu befeſtigen.

Der Architekt wird ſich mit ſämtlichen vier Anlagen da zu beſchäftigen haben, wo die Aufgabe vorliegt, ein abhängiges Gelände in ein wagrechtes zu verwandeln.

Iſt *a b* die Neigung eines gegebenen Grundſtückes, ſo läßt ſich die wagrechte Ebene auf verſchiedene Weiſe herſtellen:

Fig. 189.

Fig. 190.

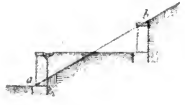
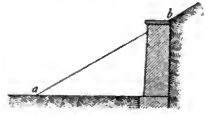


Fig. 191.



Digitized by Google

Fig. 192.

1) indem man eine Schüttung mit anderweitig gelöftem Boden herftellt (Fig. 189),

2) indem man Auftrag und Abtrag ausgleichen ſucht (Fig. 190) und

3) indem man die Wagrechte nur durch Abgrabung gewinnt (Fig. 191).

In Fig. 189 hat man bei *a* eine Stützmauer, in Fig. 190 bei *a* eine Stützmauer, bei *b* eine Futtermauer und in Fig. 191 bei *b* eine Futtermauer.

Iſt das Gelände *a b* felſig, ſo genügt in Fig. 190 u. 191 bei *b* eine Verkleidungsmauer; nimmt man in Fig. 189 nach vorn eine flachere Böſchung (Fig. 192), die jedoch noch immer ſo ſteil iſt, daß der aufgeſchüttete Boden ohne Schutz rutſchen würde, ſo hat man eine Steinbekleidung anzuwenden.

Die wagrechte Bodenfläche in Fig. 193 bis 196 nennt man eine „Terraſſe“. Wird eine Berglehne ſo umgeſtaltet, daß anſtatt der früheren Steigung ſich mehrere derartige wagrechte Ebenen ergeben, ſo nennt man ſie eine „terraſſierte“. Die Terraſſen werden im folgenden Kapitel beſprochen werden.

145. Konſtruktion im allgemeinen.

Die Aufgabe, ſolche Mauern zweckmäßig zu konſtruieren, iſt eine keineswegs leichte, da hierbei die verſchiedenartigſten Faktoren zu beachten ſind. Ja, wir dürfen behaupten, daß bei keiner Art von Bauwerken ſo viele Einſtürze vorkommen als gerade bei den vorliegenden. Namentlich iſt dies bei den Futtermauern der Fall. Hat man bei trockener Jahreszeit die Abgrabung gemacht und ſieht, wie die Bergwand lotrecht daſteht, ſo läßt man ſich leicht dazu verführen, die Futtermauer recht ſchwach anzunehmen oder gar nur eine Verkleidung anzubringen. Kommt aber der Winter und füllen ſich die Waſſeradern des Berges, ſo ſetzen ſich die ſcheinbar ſo feſten Schichtungen in Bewegung; die Mauer hat den vollen Erddruck auszuhalten, auf den ſie nicht berechnet war, und ſtürzt ein.

Zunächſt hat man ſich alſo die Frage nach der zu wählenden Stärke vorzulegen. Die Verfahren der Berechnung derartiger Mauern ſind zahlreiche und zum Teile ſich widerſprechende. Da aber Stützmauern von bedeutender Höhe nicht in das Gebiet des Architekten, ſondern in das des Ingenieurs fallen, ſo werden dem erſteren empiriſche Formeln Ergebniſſe von ausreichender Genauigkeit liefern.

a) Mauerſtärke.

146. Stärke der Stützmauern.

1) Stärke der Stützmauern. Iſt h die gegebene Höhe einer Stützmauer und b die geſuchte mittlere Stärke derſelben, ſo nehme man in einfachen Fällen:

α) für gut konſtruierte und ſorgfältig gearbeitete Mauern bei trockener, wagrecht gelagerter Hinterfüllung

$$b = {}^2/_7\ h;$$

β) für Mauern gewöhnlicher Konſtruktion und nicht zu naſſer Hinterfüllung

$$b = {}^1/_3\ h;$$

Fig. 193.

Fig. 194.

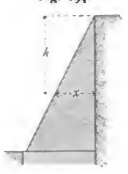


Fig. 195.

Digitized by Google

γ) bei einem tonigen oder lehmigen Hinterfüllungsmaterial, das infolge von Näſſe oder Quellenbildung dem Abrutſchen ausgeſetzt iſt,

$$b = {}^{8}/_{7}\, h.$$

Etwas genauere Ergebniſſe für im Trockenen und am Waſſer ſtehende Stützmauern bis zu 10m Höhe geben *Intze*'s Formeln[284]). Für eine an der Rückſeite abgetreppte oder abgeböſchte, an der Vorderſeite lotrecht oder mit geringer Neigung ($^{1}/_{20}$ bis $^{1}/_{10}$) ausgeführte Mauer (Fig. 193) ergibt ſich die Mauerſtärke x in der beliebigen Tiefe h unter der Kronenhöhe:

α) bei naſſem Hinterfüllungsboden

$$x = 0{,}4\, h + 0{,}016\, h^2;$$

β) bei trockenem Hinterfüllungsboden

$$x = 0{,}32\, h + 0{,}011\, h^2.$$

Für eine Mauer mit lotrechter hinterer Begrenzung (Fig. 194) ergibt ſich:

γ) bei naſſem Hinterfüllungsboden

$$x = 0{,}38\, h + 0{,}006\, h^2;$$

δ) bei trockenem Hinterfüllungsboden

$$x = 0{,}301\, h.$$

Profile für Stützmauern mit Unterſchneidung (Fig. 195) können als bloße Abänderungen des vorigen Profils angeſehen werden, welche ſich ergeben, wenn für das aus praktiſchen Rückſichten an der Vorderſeite erforderliche Profilſtück a ein nahezu ebenſo großes Stück a_1 an der Hinterſeite weggeſchnitten wird.

Für ein Profil, welches an der Vorderſeite $^{1}/_{6}$ geböſcht, an der Rückſeite lotrecht iſt, gibt ***Häfeler*** die folgende Tabelle.

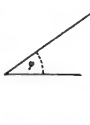
Kronenbreite von Stützmauern:

Sichtbare Mauerhöhe	bei einer Überſchüttung von								
	0 bis 1 m	3 m	6 m	9 m	12 m	15 m	20 m	25 m	30 m
1	0,64	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
2	0,84	0,99	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
3	1,04	1,21	1,31	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34
4	1,24	1,42	1,54	1,62	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64
5	1,44	1,62	1,76	1,86	1,92	1,94	1,94	1,94	1,94
6	1,64	1,82	1,97	2,09	2,17	2,22	2,22	2,22	2,22
7	1,84	2,03	2,18	2,31	2,41	2,48	2,54	2,54	2,54
8	2,04	2,23	2,39	2,53	2,64	2,73	2,82	2,82	2,82
9	2,24	2,43	2,60	2,74	2,86	2,96	3,08	3,14	3,14
10	2,44	2,63	2,80	2,95	3,08	3,19	3,33	3,41	3,44
Meter	Meter								

Bei eingehenderen Unterſuchungen hat man den natürlichen Böſchungswinkel φ (Fig. 196) in Rechnung zu ziehen. Dies iſt derjenige Winkel, unter welchem ſich die loſe aufgeſchüttete Hinterfüllungserde abböſcht. Mittelwerte dieſes Winkels ſind für

	trockenen Ton oder Lehm	naſſen Ton oder Lehm	Sand und Kies	Dammerde	Waſſer
$\varphi =$	45	17	26	30	0 Grad.

Fig. 196.



Auf Grundlage von Teil I, Band 1, erſte Hälfte dieſes „Handbuches“ läßt ſich ebenſo wie bei einem Tonnengewölbe (ſiehe Teil I, Band 1, zweite Hälfte dieſes „Handbuches“, Art. 471, S. 439 u. Art. 479, S. 447[288]), im Profil einer

[284]) In: Deutſche Bauz. 1875, S. 232.

Digitized by Google

Stütz-, bezw. Futtermauer die Stützlinie ermitteln; auch hier ift diefelbe die Verbindungslinie jener Punkte, in denen die Mittelkraft aus allen auf einen Mauerquerfchnitt wirkfamen äußeren Kräften diefen Querfchnitt fchneidet.

Mauern von gleichem Widerftande (d. h. folche, deren Stärke an jedem Punkte dem Erddrucke entfpricht) erhält man bei nahezu wagrecht abgeglichener Hinterfüllung nach *Zimmermann*[286]), wenn man die Konftruktion fo wählt, daß fämtliche wagrechte Lagerfugen von der Stützlinie in der vorderen Grenze des mittleren Drittels gefchnitten werden. Das Profil folcher Mauern ermittelt man am einfachften auf graphifchem Wege, wobei von vornherein bezüglich der Wirkungsweife des Erddruckes zwei Annahmen gemacht werden:

α) daß der Erddruck in $^1/_3$ der Mauerhöhe angreife und

β) daß der Erddruck mit der Hinterfläche der Mauer den Winkel $\lambda = 90° - \varphi$ bilde.

Bezeichnet man die Bafisbreite der Mauer mit x, mit h wieder deren Höhe, fo gilt hierfür die Formel

Fig. 197.

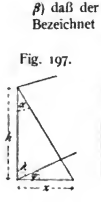
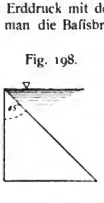


Fig. 198.



$$x = h \operatorname{tg}\left(45° - \frac{\varphi}{2}\right) \text{ oder } x = h \operatorname{tg}\frac{\lambda}{2}.$$

Bezeichnet man außerdem den Winkel, welchen die hintere Mauerfläche mit der lotrechten bildet, mit α, fo ift

$$\frac{x}{h} = \operatorname{tg}\alpha, \text{ mithin } \operatorname{tg}\alpha = \operatorname{tg}\frac{\lambda}{2} \text{ und } \alpha = \frac{\lambda}{2}.$$

Man erhält alfo die Bafisbreite zu einer beliebigen Höhe h, indem man an h den Winkel $\alpha = \frac{\lambda}{2}$ anträgt (Fig. 197 u. 198).

In Fig. 197 ift für die Hinterfüllung der Winkel $\varphi = 26$ Grad angenommen; man hat alfo $\alpha = 32$ Grad anzutragen. In Fig. 198 ift Waffer die Hinterfüllung, mithin $\alpha = 45$ Grad.

Wird außer der im Profil überall gleichmäßigen Standficherheit auch eine gleichmäßige Verteilung des Lagerdruckes verlangt, was bei preßbarem Untergrunde der Fall fein wird, dann muß man ein Profil wählen, bei welchem die Stützlinie möglichft in die Mitte fällt. Dies wird nach *Zimmermann*[286]) beim Profil des gleichfchenkeligen Dreieckes erreicht. Man errichte in der Mitte A (Fig. 199 u. 200) der Mauerbafis die Senkrechte zur natürlichen Böfchung bis zum Schnittpunkte C mit einer Wagrechten in halber Mauerhöhe und befchreibe aus C einen Kreis durch die Spitze B der Mauer (derfelbe geht natürlich zugleich durch A); diefer fchneidet die in $^1/_3$ der Mauerhöhe gezogene Wagrechte in einem Punkte D der Hinterfläche. D ift zugleich Angriffspunkt des Erddruckes. Hiermit ift die Neigung der Hinterfläche und, da die Vorderfläche diefelbe Neigung gegen die Lotrechte hat, das ganze Mauerprofil beftimmt.

Fig. 199.

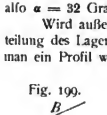


Fig. 200.

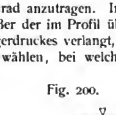
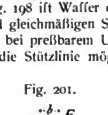


Fig. 201.



Wie aus Fig. 199 u. 200 erfichtlich, wird in diefem Falle der Querfchnitt wefentlich größer, als wenn nur gleichmäßige Standficherheit verlangt wird.

Will man das Prinzip der durchweg gleichen Widerftandsfähigkeit verlaffen und nur einen auf die wagrechte Mauerbafis gleichmäßig verteilten Druck erreichen, fo muß man auf die Trapezform übergehen. Man nehme (Fig. 201) die obere Breite b beliebig an, vielleicht nach der Breite der Deckplatten oder bei höheren Mauern $^1/_6$ bis $^1/_4$ der Höhe. Dann verbinde man A mit E und trage in A an AE den Winkel φ an, errichte in der Hälfte von AE die Senkrechte und fchlage um C als Mittelpunkt einen Kreis durch E und A. Die Wagrechte in der Höhe $\frac{h}{3}$ wird von diefem in D gefchnitten. Verbindet man E mit D, fo erhält man die Hinterfläche der Mauer und fymmetrifch dazu auch die Vorderfläche.

Den Trockenmauern gibt man (nach *v. Kaven*[287]) $1^1/_4$ bis $1^1/_2$ der Stärke von Mörtelmauern.

---

[286]) 2. Aufl.: Art. 261 (S. 247) u. Art. 270 bis 275 (S. 255 bis 260). — 3. Aufl.: Art. 267 (S. 282) u. Art. 276 bis 281 (S. 290 bis 296).

[286]) In: Deutfche Bauz. 1881, S. 430.

[287]) Siehe: Vorträge über Eifenbahnbau am Polytechnikum zu Aachen. II. Stützmauern und Steinbekleidungen 3. Abdr. Aachen 1875.

Digitized by Google

147. Stärke der Futtermauern.

2) Stärke der Futtermauern. Solche Mauern, welche auf die volle Höhe der Abgrabung geführt werden, erhalten nach *v. Kaven*[287]) ihre obere Stärke d, wenn h ihre ſichtbare Höhe bezeichnet, nach der Formel

$$d = 0{,}29^{\,m} + 0{,}17\ h\,.$$

Für Futtermauern mit der Erdüberhöhung H (d. h. wenn das natürliche Gelände anſteigt) gilt die Formel

$$d = 0{,}29^{\,m} + 0{,}27\ h - 0{,}1\ h\left(1 - \frac{H}{3\,h}\right)^2.$$

Für ein Profil, welches an der Vorderſeite $^1/_6$ geböſcht, an der Rückſeite lotrecht iſt, gibt *Häfeler* die folgende Tabelle.

Kronenbreite von Futtermauern:

Sichtbare Mauerhöhe	bei einer Überſchüttung von								
	0 bis 1 m	3 m	6 m	9 m	12 m	15 m	20 m	25 m	30 m
1	0,46	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
2	0,63	0,78	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
3	0,80	0,97	1,07	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
4	0,97	1,15	1,27	1,35	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37
5	1,14	1,32	1,46	1,56	1,62	1,64	1,64	1,64	1,64
6	1,31	1,49	1,64	1,76	1,84	1,89	1,91	1,91	1,91
7	1,48	1,67	1,82	1,95	2,05	2,12	2,18	2,18	2,18
8	1,65	1,84	2,00	2,14	2,25	2,34	2,43	2,45	2,45
9	1,82	2,01	2,18	2,32	2,44	2,54	2,66	2,72	2,72
10	1,99	2,18	2,35	2,50	2,63	2,74	2,88	2,96	2,99
Meter	Meter								

Handelt es ſich um Futtermauern vor Abgrabungen, in denen erhebliche Bewegungen bereits angefangen haben, ſo ſind die Stärken nach obigen Formeln nicht genügend. Wie dieſelben alsdann zu bemeſſen ſind, dafür läßt ſich eine allgemeine Regel nicht geben. In ſolchem Falle bleibt nichts übrig, als zu probieren und eine etwa zu ſchwach ausgefallene Futtermauer durch Strebepfeiler abzuſteifen.

148. Stärke der Verkleidungsmauern.

3) Stärke der Verkleidungsmauern. Nach *v. Kaven* erhalten dieſelben folgende Maße:

bis 2 m Höhe: 0,40 m, gleiche Stärke,
von 2 bis 6 m Höhe: 0,60 m, gleiche Stärke,
über 6 m Höhe: obere Stärke 0,70 m, untere Stärke $0{,}70^{\,m} + \frac{h}{10}$.

149. Stärke der Steinbekleidungen.

4) Stärke der Steinbekleidungen an Erdaufſchüttungen. Dieſelbe iſt von der größeren oder geringeren Neigung der Böſchung und vom Schüttungsmaterial des Erdkörpers abhängig, ſo daß ſich auch hier allgemeine Regeln nicht geben laſſen.

Bei vorſichtiger Schüttung und nicht zerfließendem Material kann man $1\,^1/_2$maligе, ſelbſt $1\,^1/_4$malige Böſchungen[288]) ohne Bekleidung ausführen. Bis zur 1maligen Böſchung wird in der Regel ſofortige Raſenbekleidung genügen. Bei

[288]) Die ſchrägen Seitenflächen eines Erdkörpers nennt man Böſchungen. Iſt ein Punkt einer Erdböſchung vom Böſchungsfuße lotrecht gemeſſen 1 m, wagrecht gemeſſen 1, m $1^1/_4$ m, $1^1/_2$ m . . . entfernt, ſo ſagt man, der Erdkörper habe 1-, $1^1/_4$-, $1^1/_2$- . . . malige Böſchung. (Vor Einführung des Metermaßes war die Bezeichnung 1-, $1^1/_4$-, $1^1/_2$- . . . füßige Böſchung üblich, die man auch jetzt noch vorfindet.)

Digitized by Google

noch ſteilerer Böſchung iſt die letztere durch Steinbekleidung zu ſchützen, welche man bei $^1/_4$maliger Böſchung bereits vollſtändig als Stützmauer zu behandeln und zu berechnen hat.

b) Konſtruktion und Ausführung.

150. Wahl des Materials.

Bei der Wahl des Materials hat man in erſter Linie darauf zu ſehen, daß dasſelbe, beſonders zur äußeren Anſicht, wetterbeſtändig ſei. Hygroſkopiſches Material iſt möglichſt zu vermeiden, da ſich die Feuchtigkeit des Berges oder der Schüttung in dasſelbe hineinzieht und ſtarker Froſt nach und nach eine Zerſtörung herbeiführt. Beſonders gefährlich iſt dies bei Bekleidung mit Marmor. Backſteinmauern, wenn ſie nicht durch und durch von ſehr hart gebrannten Steinen aufgeführt ſind, bekommen bald ein ſcheckiges, häßliches Ausſehen. Bei wertvollem und empfindlichem Material wird man gut tun, nicht allein die obere Fläche mit Aſphalt abzudecken, ſondern auch die ganze Hinterſeite in Zement zu fugen und mit einem Gemiſch von Goudron und Teer zu ſtreichen. Will man noch weiter gehen, ſo legt man eine Luftſchicht ein, wie dies z. B. bei der Stützmauer des Kurgartens in Burtſcheid (Fig. 215 bis 217) geſchehen iſt, wo außerdem Aſphaltabdeckung angewendet wurde.

151. Fugenſchnitt.

Iſt die Mauer nach außen geböſcht, ſo wird der Fugenſchnitt ſenkrecht zur Böſchungsfläche geſtellt. Dies iſt auch in ſtatiſcher Beziehung dann zu empfehlen, wenn, wie bei den meiſt üblichen Profilen mit lotrechter Hinterwand, die Stützlinie annähernd parallel zur Böſchungsfläche geht. Iſt bei derartigen Profilen die Anſichtsfläche ſtark geneigt, ſo daß an der Hinterfläche ein zu ſtarker Verhau des Materials ſtattfinden müßte, ſo wird der Fugenſchnitt in der vorderen Hälfte der Mauer ſenkrecht zur Vorderfront, in der hinteren Hälfte ſenkrecht zur Hinterfront geſtellt, ſo daß ſich alſo in der Mitte der Mauer in der Lagerfuge ein Knick bildet. Eine ſtärkere Neigung als $^1/_5$ gibt man nicht gern, da bei wagrechter Fuge die Anſichtsſteine zu ſpitz werden, bei geneigter Fuge das Eindringen des Tagewaſſers zu ſehr begünſtigt wird.

152. Befeſtigung des Fußes.

Bei der Ausführung derartiger Mauern aller vier Arten iſt zunächſt auf Sicherung des Fußes zu achten. Stets muß die Mauer etwas in den gewachſenen Boden vertieft werden, ſelbſt wenn dieſer aus feſtem Felſen beſteht, da ſonſt leicht ein Abgleiten ſtattfindet. Bei Lehmboden und anderen Erdarten, ebenſo bei Feuchtigkeit aufnehmendem Geſtein, iſt für die Fundamentſtärke die froſtfreie Tiefe maßgebend.

153. Entwäſſerung.

Vor Errichtung von Futtermauern iſt zu unterſuchen, ob die Bergwand etwa quellig iſt. In dieſem Falle iſt eine Trockenmauer, in Moos hergeſtellt, praktiſcher als eine in Mörtel ausgeführte, da erſtere das Bergwaſſer ungehindert hindurchtreten läßt. Oft kann man durch Drainieren eine genügende Abtrocknung des Geländes herbeiführen, wobei man dann die Hauptdrains durch die Futtermauer zu führen hat.

In Mörtelmauern läßt man in regelmäßigen Abſtänden ſchmale Schlitze, deren Sohle in Zement oder Hauſtein abgewäſſert wird. Um ein Verſchlammen derſelben zu vermeiden, werden die Öffnungen an der Hinterſeite bei der Aufmauerung zuerſt mit grobem Gerölle, dann mit Kies umpackt (ſiehe Fig. 222, S. 194).

Hat man auf die Schönheit Rückſicht zu nehmen, ſo iſt die Anwendung von Schlitzen weniger zu empfehlen, da ſich unterhalb derſelben ſchmutzige Stellen, im Winter auch Eisablagerungen bilden. Alsdann muß man die Hauptdrains

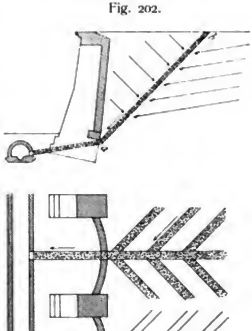
Digitized by Google

durch das Fundament führen und vor der Mauer einen gedeckten Kanal in froſtfreier Tiefe anlegen, welcher die Drains aufnimmt.

Bei Stützmauern iſt, falls die Schüttung auf abhängigem Terrain ausgeführt werden ſoll, dieſelbe Vorſicht zu beobachten.

Wir geben hierfür als Beiſpiel die Entwäſſerung der Stützmauer des Bahnhofes Malsfeld in Heſſen (Fig. 202 [289]).

Fig. 202.



Stützmauer am Bahnhof Malsfeld [289]). 1/100 w. Gr.

a b iſt die Neigung des natürlichen Geländes. In dasſelbe ſind Sickerſchlitze eingeſchnitten und mit Steinpackung ausgefüllt, welche ſich unter 45 Grad an Hauptſchlitze anſchließen. Letztere führen das geſammelte Waſſer unter der Stützmauer durch in einen Abzugskanal.

154. Stützmauern mit franzöſiſchem Profil.

Wir kommen nunmehr zur Geſtaltung der Stütz- und Futtermauern in konſtruktiver und architektoniſcher Beziehung.

Für Stützmauern iſt in Deutſchland am meiſten verbreitet das ſog. franzöſiſche Profil mit lotrechter oder beſſer unter 1/10 bis 1/6 geneigter Vorderfläche (Fig. 203). Die Stärke wird in der Mitte zu 1/3 der ſichtbaren Höhe angenommen, die Hinterwand in Abſätze von 1 m Höhe eingeteilt. Letztere dürfen nicht zu ſtark einſpringen, am beſten 15 bis 20 cm, da ſich ſonſt die Schüttung beim Setzen an den Abſätzen aufhängt und ſo ſtändig Erdriſſe und Verfackungen in der Plattform ſich zeigen. Die Oberfläche der Mauer wird von der Deckplatte an zweckmäßig nach hinten abgewäſſert.

Die architektoniſche Ausbildung derartiger Mauern iſt eine ſehr beſchränkte. Allenfalls kann man, um die großen Flächen zu beleben, einige Pfeiler hervorziehen, die inſofern auch konſtruktiv begründet ſind, als dadurch die Standfähigkeit der Mauer erhöht wird (ſiehe Fig. 205 [291]); den Hauptſchmuck wird ſtets eine reichere Brüſtung bilden.

Fig. 203.

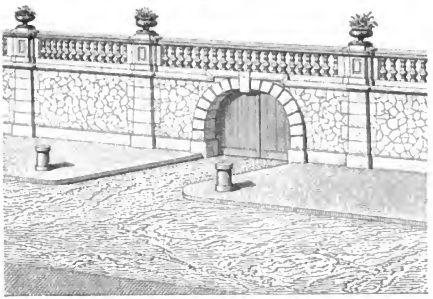
Fig. 204.

Neuere Unterſuchungen haben ergeben, daß das franzöſiſche Profil rationeller und ſparſamer ausgebildet werden kann. Eine Formel für die Stärke derartiger Stützmauern mit lotrechter Vorderfläche, nach der ſich eine Begrenzungskurve für die hintere Fläche derſelben ergibt, hat *Schwedler* [290]) aufgeſtellt.

[289]) Nach: Zeitſchr. f. Bauw. 1880, S. 447. — Deutſche Bauz. 1880, S. 523.
[290]) Vergl.: Zeitſchr. f. Bauw. 1871, S. 280.
[291]) Fakſ.-Repr. nach: Viollet-le-Duc & F. Narjoux. *Habitations modernes.* Paris 1875. Pl. 150.

Digitized by Google

Fig. 205.



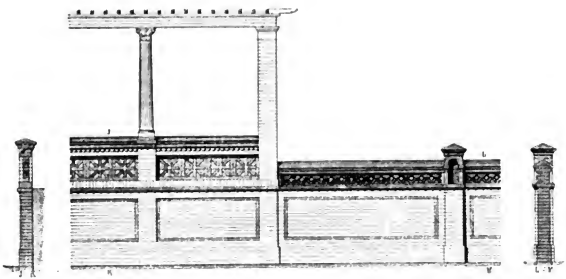
Von einer Villa in Palavas [201]).

Die Formel gibt eine veränderliche Stärke der Futtermauer (Fig. 204)

$$y = \frac{x}{2}\sqrt{\frac{3h - 2x}{h + x}},$$

worin h die freiſtehende Höhe der Mauer und x den Abſtand eines beliebigen Punktes der Vorderfläche von der Oberkante derſelben bedeutet. Nahezu der Größtwert der Stärke liegt auf $^1/_4\ h$ von unten, und zwar wird hier $y =$ rund $^1/_3\ h$. Die Abſätze an der Hinterſeite ſollen ſo angeordnet werden, daß die berechnete Begrenzungskurve innerhalb des Mauerwerkes bleibt.

Fig. 206.



Von der Villa *v. d. Heydt* bei Berlin [202]).
etwa $^1/_{100}$ w. Gr.

Eine reizvolle Fortſetzung einer Gartenmauer in eine Stützmauer zeigt die Umfriedigung der Villa *v. d. Heydt* bei Berlin in Fig. 206 [202]); die geringe Stärke der Stützmauer iſt ſo zu erklären, daß die Schüttung nur auf eine kurze Strecke die angedeutete Höhe von 1,65 m hat.

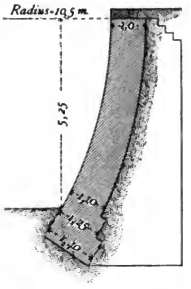
[201]) Fakſ.-Repr. nach: Zeitſchr. f. Bauw. 1863, Bl. 9.

Digitized by Google

155. Stützmauern mit englischem Profil.

Fig. 207 zeigt ein in England gebräuchliches, gekrümmtes Profil, dessen Stärke gewöhnlich gleich $^1/_6$ der Höhe genommen wird. Der Mittelpunkt des Kreisbogens befindet sich meistens in der durch die obere Mauerkante gezogenen Wagrechten, und der Halbmesser ist etwa gleich der doppelten Höhe der Mauer. In Abständen von 3 bis 5 m sind Strebepfeiler angeordnet.

Fig. 207.



156. Stützmauern mit Unterschneidung.

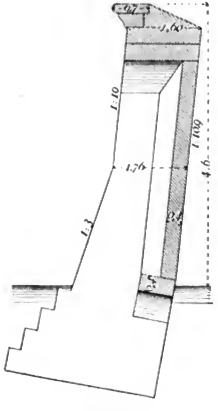
Seit längerer Zeit sind Profile mit hinterer Unterschneidung sehr beliebt (Fig. 204). Indessen ist die hierdurch erzielte Materialersparnis im aufgehenden Mauerwerk keine bedeutende, dafür die Herstellung schwieriger; auch hat man in einigen Fällen ungünstige Erfahrungen hiermit gemacht. Ökonomischen Wert haben die Unterschneidungen nur bei kostspieligen Fundierungen, da die Materialersparnis hauptsächlich die Fundamente betrifft und die Basisbreite erheblich reduziert wird [293]).

157. Stützmauern mit Pfeilerkonstruktion.

Stützmauern aus einzelnen Pfeilern mit dazwischen gespannten stehenden Gewölben sind mehrfach ausgeführt, stellen sich bei teurer Fundamentierung billiger als massive und haben sich gut bewährt, z. B. bei der unterirdischen Eisenbahn in London. Wir geben in Fig. 208 u. 209 die bereits oben erwähnte Stützmauer des Bahnhofes in Malsfeld.

Fig. 208.

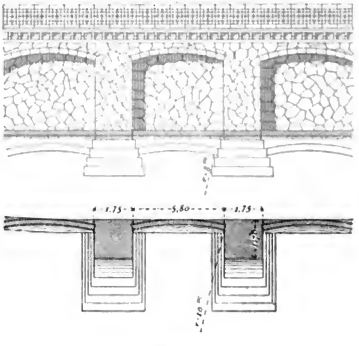
Querschnitt.



$^1/_{75}$ w. Gr.

Fig. 209.

Ansicht und Grundriß.



$^1/_{300}$ w. Gr.

Stützmauer am Bahnhof Malsfeld [293]).

[293]) Vergl.: Zeitschr. f. Bauw. 1871, S. 281.

Digitized by Google

Fig. 210.
Ansicht.

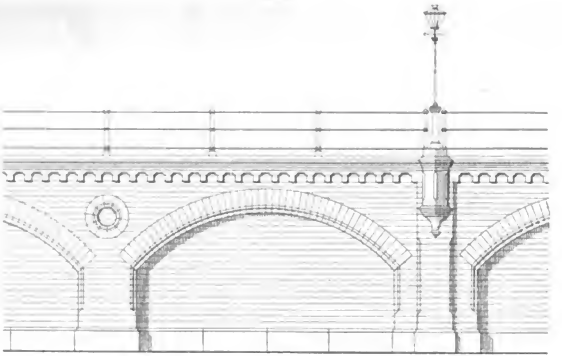


Fig. 211.
Querschnitt.

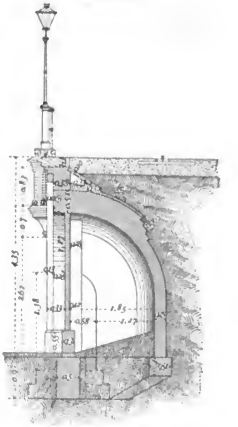
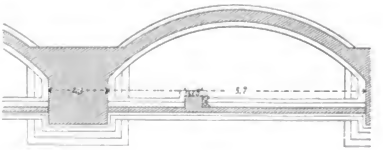


Fig. 212.
Grundriß.

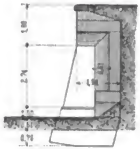


$\frac{1}{100}$ w. Gr.

Stützmauer
am Zentralbahnhof zu Hannover.

Digitized by Google

Fig. 213. *Querſchnitt.*



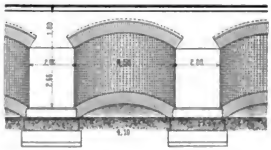


Fig. 214. *Anſicht.*

Stützmauer am Parallelhafen zu Duisburg. — $^1/_{200}$ w. Gr.

Der äußerſt ungünſtige Baugrund bedingte eine Konſtruktion von großer Stabilität mit möglichſt geringen Mauermaſſen. Das ſtehende Gewölbe ſoll den Erddruck aufnehmen und auf die Pfeiler übertragen; das untere dient dem ſtehenden zur Stütze.

Eine ähnliche Konſtruktion zeigt die Stützmauer des Bahnhofes in Hannover (Fig. 210 bis 212); nur iſt hier eine ſchwache Abſchlußwand vor den Niſchen vorgeſehen.

Es iſt klar, daß ſich derartig gegliederte Mauern in architektoniſcher Hinſicht am meiſten empfehlen, weil ſie eine lebendige Schattenwirkung geben.

Eine Erſparnis kann man hierbei erzielen, indem man die ſtehenden Gewölbe erſt über dem Erdboden beginnen läßt. Zugleich wird der Vorteil einer wirkſamen Entwäſſerung des aufgeſchütteten Bodens erreicht, der unterhalb der genannten Gewölbe ſich in ſeiner natürlichen Böſchung lagert. Am Parallelhafen in Duisburg ſind derartige Mauern auf große Längen ausgeführt. (Fig. 213 u. 214.)

Eine praktiſche Verwendung der bei ſolchen Mauern entſtehenden Niſchen zeigt die Stützmauer des Kurgartens in Burtſcheid-Aachen, 1876 von ***Middeldorf*** erbaut.

Nach Fig. 215 bis 217 ſind die zwiſchen den Pfeilern geſpannten Gewölbe zur Bildung von offenen Niſchen benutzt, welche den Kurgäſten bei ſchlechtem Wetter eine Zuflucht bieten. Die

Fig. 215. *Anſicht.*

$^1/_{50}$ w. Gr.

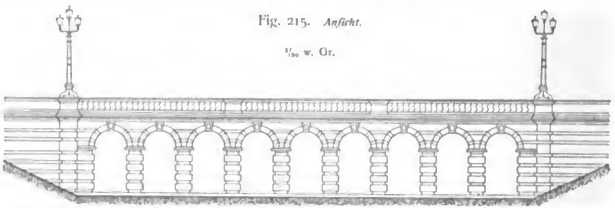


Fig. 216. *Querſchnitt.*

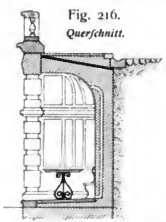
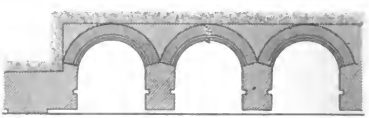


Fig. 217. *Grundriß.*



$^1/_{50}$ w. Gr.

Stützmauer im Kurgarten zu Burtſcheid.

Digitized by Google

Höhe der ganzen Mauer beträgt 5 m; die Gewölbe der Nifchen find außer der 12 cm ftarken Verblendung und 5 cm ftarken Luftfchicht 38 cm dick.

Apfidenartige Nifchen find überhaupt vielfach zur Belebung der Stützmauern angewendet worden, allerdings in der Regel mehr dekorativ als konftruktiv. Eine große Auswahl derartiger Mauern findet man im Park von Sansfouci bei Potsdam; dort dient meiftens die in der Mitte der Mauer angebrachte Nifche zur Aufftellung einer Figur oder eines Springbrunnens.

Fig. 218. *Querfchnitt.*

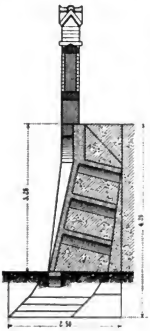


Fig. 219. *Anficht.*

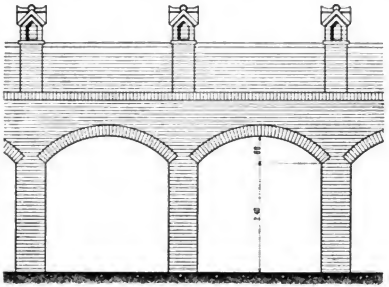
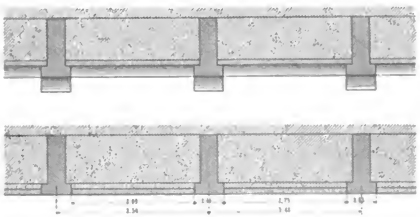


Fig. 220 u. 221. *Wagrechte Schnitte.*

Stützmauer an der Villa *Kayfer* zu Neubabelsberg.

1/100 w. Gr.



Andere architektonifche Ausbildungen werden noch in den folgenden Kapiteln bei Befprechung der Terraffen und der Freitreppen vorzuführen fein.

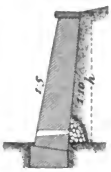
Von einem wefentlich anderen Grundgedanken geht die *Hagen*'fche Stützmauer aus. Zwar ift auch diefe, wie die vorigen, in ein Syftem von Pfeilern und Bogen aufgelöft; letztere find aber mit Erde überfüllt und erfetzen auf diefe Weife einen großen Teil des ftützenden Mauerwerkes. Wir geben in Fig. 218 bis 221 die von *Kayfer & v. Großheim* an der Villa *Kayfer* in Neubabelsberg nach dem Entwurfe von *E. H. Hoffmann* errichtete Stützmauer [294]).

[294]) Siehe auch: Deutfche Bauz. 1894, S. 84.

Digitized by Google

Sie hat eine Straße abzuſtützen, welche 3,20 m oberhalb des Gartens vorüberführt; zu derſelben iſt eine Schüttung von trocknem Lehm verwendet. Für die Pfeiler und den oberen, auf Bogen ruhenden Teil iſt Ziegelmauerwerk gewählt, hingegen für die Abſchlußmauer zwiſchen den Pfeilern und für die 3 Bogen hinter derſelben Beton. Die Koſten ſind unter der Hälfte des Betrages geblieben, der für eine maſſive Stützmauer nach üblicher Art erforderlich geweſen wäre.

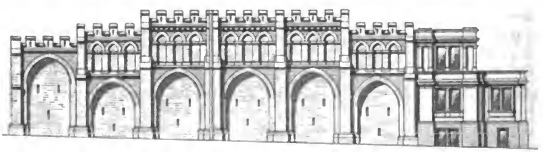
Fig. 222.



158. Futtermauern.

Zu Futtermauern eignen ſich von den vorſtehend angeführten Profilen diejenigen weniger, bei welchen das natürliche Gelände weſentlich unterſchnitten werden müßte, wie z. B. Fig. 193, 197 u. 199. Hier empfehlen ſich die Profile mit lotrechter, bezw. geböſchter Hinterwand wie Fig. 194, 195, 207 u. 208 mehr, namentlich dann, wenn die Bodenart ſo beſchaffen iſt, daß ſie bei der Ausſchachtung lotrecht oder ſchwach geneigt ſtehen bleibt, mithin das Mauerwerk unmittelbar gegen den gewachſenen Boden angeſtoßen werden kann. Man braucht alſo nicht mehr Boden auszuſchachten, als unbedingt nötig iſt, vermeidet auch das koſtſpielige Hinauffchaffen der für die Hinterfüllung nötigen

Fig. 223.

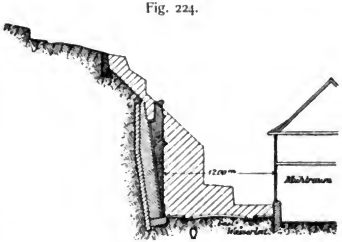


Futtermauer an der Mühlſtraße zu Tübingen[294]).
1/50 w. Gr.

Maſſen, mit Ausnahme von geringen Mengen, welche vielleicht durch Fehler der Erdarbeit nötig werden. Recht zweckmäßig iſt das trapezförmige Profil in Fig. 222, bei welchem die Vorderanſicht unter 1:5, die Hinteranſicht unter 1:10 geneigt iſt.

Auf der Untergrundeiſenbahn in London wurden im Jahre 1881 Futtermauern von Beton ausgeführt, vorn 1:12 geböſcht, rückwärts unregelmäßig begrenzt und dem Gelände genau ſich anſchließend. Hierbei wird der Vorteil erreicht, daß hinter der Mauer keine Höhlungen, welche zu Senkungen des Geländes, des Straßenpflaſters etc. Anlaß geben könnten, verbleiben.

Fig. 224.



Querprofil zu Fig. 223[295]).
1/50 w. Gr.

Die architektoniſche Ausbildung wird bei dieſer Gattung von Mauern in der Regel auf die des Brüſtungsgeländers beſchränkt; zur Belebung der Fläche können auch hier Pfeilervorſprünge angewendet werden (vergl. Fig. 205, S. 189).

Verbindet man letztere durch Arkaden- und Brüſtungswerk, ſo kann eine recht lebendige Wirkung erzielt werden, wie dies Fig. 223

[294]) Nach: Deutſche Bauz. 1887, S. 545.

Digitized by Google

u. 224 zeigen, welche eine Futtermauer an der Mühlſtraße in Tübingen darſtellen.

Dieſe vor feſtem, mit Sandſteinlagern durchſetztem Mergel ſtehende Mauer wurde mit unterſchnittenem Profil in der Weiſe hergeſtellt, daß die Unterſchneidung auf etwa $^2/_3$ der Mauerhöhe beginnt und die hintere Mauerbegrenzung alsdann parallel der Vorderfläche bleibt. Die Stärke dieſer 8,70 bis 10,40 m hohen Mauer iſt 1,25 m. Eine 0,50 m ſtarke Hinterpackung aus Trockenmauerwerk ſorgt für die Entwäſſerung der Mauer. Das in ihr herabrieſelnde Waſſer wird von einem hinter dem Fuße der 0,80 m tief gegründeten Mauer liegenden kleinen Kanale aufgenommen, welcher ſeinen Inhalt in den Straßenkanal abgibt. Das Pfeilermauerwerk iſt im Querſchnitt durch dunklere Schraffierung angedeutet. Die architektoniſche Gliederung iſt von *Katz* in Tübingen erfunden[295]).

Fig. 225.

Von einer Villa zu Houlgate[296]).

Die Verkleidungsmauern unterſcheiden ſich von den Stützmauern nur durch die geringere Stärke; im übrigen ſind Konſtruktion und Geſtaltung die gleichen. 159. Verkleidungen.

Über Steinbekleidungen iſt dem in Art. 149 (S. 186) Geſagten nichts weiter hinzuzufügen. Architektoniſch belebt man dieſelben, wie Fig. 225[296]) zeigt, durch das Einlegen von Treppen, Auskragen von Balkonen etc.

Eine Vereinigung von Steinbekleidung und Stützmauer findet ſich am Hauptbahnhofe in Eſſen (Fig. 226).

1,54 m breite, 6,72 m voneinander entfernte Backſteinpfeiler ſind durch halbkreisförmige Tonnengewölbe von gleichem Material verbunden. Zwiſchen den Pfeilern iſt die Schüttung mit einer gemauerten Steinbekleidung aus Bruchſteinen abgedeckt, deren Vorderfläche unter 1 : 2 geneigt

[296]) Fakſ.-Repr. nach: Viollet-le-Duc, E. & F. Narjoux. *Habitations modernes.* Paris 1875. Pl. 51.

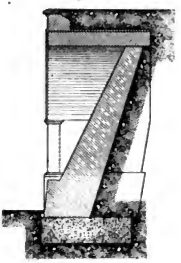
Digitized by Google

ift. Der Vorteil diefer Anordnung ift eine erhebliche Erfparnis an Stein- und Erdmaterial, vor allem aber eine fehr lebhafte Wirkung, ohne welche die 200 m lange Mauer überaus einförmig ausfehen würde. Das fehr breite Betonfundament war wegen unficheren Baugrundes erforderlich und kann bei gutem Untergrunde erheblich eingefchränkt werden.

160. Hinterfüllung.

Zum Schluffe hätten wir noch etwas über die Hinterfüllung von Stützmauern zu fagen. Die ficherfte Konftruktion kann gefährdet werden, wenn, wie fehr häufig, die Hinterfüllung leichtfinnig betrieben wird. Hier ift die Schüttung in einzelnen Lagen durchaus erforderlich, von denen jede bereits einen gewiffen Zufammenhang erlangt haben muß, ehe die folgende darauf gebracht wird. Je fefter und je lagerhafter die Hinterfüllung ausgeführt wird, defto weniger Schub wird fie ausüben, und um fo weniger Nacharbeiten werden fpäter durch Zufammenfinken derfelben erforderlich werden. Soll die Plattform oberhalb der Mauer mit Pflafter oder Plattenbelag verfehen werden, fo wird man gut tun, das vollftändige Setzen des Erdbodens abzuwarten. Ift dies nicht zuläffig, fo ift durch Stampfen der einzelnen Auftragsfchichten für möglichftes Dichten zu forgen.

Fig. 226.



Stützmauern am Hauptbahnhof zu Effen. 1/100 w. Gr.

Literatur

über „Stützmauern".

Mur de foutènement de la terraffe de Meudon. Revue gén. de l'arch. 1859, S. 243 u. Pl. 52.

CUNO. Die Steinpackungen und Futtermauern der Rhein-Nahe-Eifenbahn. Zeitfchr. f. Bauw. 1861, S. 613.

Types des murs de foutènement du chemin de fer de Lyon à Avignon. Nouv. annales de la conft. 1869, S. 60.

REBHANN, G. Theorie des Erddruckes und der Futtermauern. Wien 1871.

SCHMITT, E. Der Erdkunftbau auf Straßen und Eifenbahnen. I. Theil: Futtermauern und Durchläffe. Leipzig 1871.

SARRAZIN. Ueber Ausführung fchiefer Gewölbe, desgl. Futtermauern mit Unterfchneidungen an der hintern Seite derfelben. Zeitfchr. f. Bauw. 1871, S. 281.

SCHMITT, E. Empirifche Formeln zur Beftimmung der Stärke der Futtermauern. Zeitfchr. d. öft. Ing.- u. Arch.-Ver. 1871, S. 336.

NOWACK. Ein Beitrag zur Konftruktion der Futtermauern mit lothrechter Vorderfläche. Deutfche Bauz. 1872, S. 246.

TATE, J. S. *Surcharged and different forms of retaining walls.* London 1873.

HÄSELER, E. Beitrag zur Conftruction der Futter- und Stützmauern. Zeitfchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1873, S. 36.

On retaining walls. Building news, Bd. 25, S. 421, 465, 478.

KECK. Vergleichung einiger trapezförmiger Futtermauer-Profile. Zeitfchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1874, S. 395; 1875, S. 347.

KAVEN, A. v. Vorträge über Eifenbahnbau am Polytechnikum zu Aachen. II. Stützmauern und Steinbekleidungen. 3. Abdr. Aachen 1875.

ZIMMERMANN, H. Ueber die zweckmäßigfte Form einer Stützmauer. Civiling. 1875, S. 159.

INTZE. Ueber die erforderliche Stärke der gebräuchlichften Formen von Quaimauern, Stützmauern und Thalfperren. Deutfche Bauz. 1875, S. 232, 243, 252.

GRÜTTEFIEN. Futtermauern auf Bahnhof Hannover. Deutfche Bauz. 1877, S. 222.

BAUMEISTER, R. Allgemeine Conftructionslehre des Ingenieurs. Ausgearbeitet von E. v. FELDEGG. II. Theil: Theorie des Erddrucks, Stützwände gegen den Erddruck. Karlsruhe 1878.

HOLLSTEIN's patentirte offene Stützmauern mit horizontaler Bodenftützung. Deutfche Bauz. 1878, S. 243.

Digitized by Google

KÜLP. Ueber vortheilhafte Anlagen von Futtermauern an Gehängen. Zeitſchr. f. Baukde. 1878, S. 507.
FOEPPL, A. Ueber die zweckmäßigſte Conſtruction der Stützmauern. Civiling. 1878, S. 577.
KREUTER, F. Graphiſche Konſtruktion eines Stützmauer-Profils. Deutſche Bauz. 1879, S. 366.
Zur Konſtruktion von Stützmauern. Deutſche Bauz. 1879, S. 508.
HOYER, A. Futtermauern auf Bahnhof Hannover. Deutſche Bauz. 1879, S. 512.
WICLKE, E. Futtermauer bei dem Bahnhofe Malsfeld. Deutſche Bauz. 1880, S. 523.
DUBOSQUE, J. *Études théoriques et pratiques ſur les murs de ſoutènement et les ponts en maçonnerie.* Paris 1881. — 3. Aufl. 1884.
CRUGNOLA, G. *Sui muri di ſoſtegno delle terre e ſulle traverſe dei ſerbatoi a acqua.* Turin 1882.
LAMBERT, A. & A. RYCHNER. *L'architecture en Suiſſe aux différentes époques.* Baſel-Genf 1883. Pl. 33.
Handbuch der Ingenieurwiſſenſchaften. Band 1, Abth. 2: Konſtruktion der Stütz- und Futtermauern, Straßen- und Grundbau. 2. Aufl. Leipzig 1884.
LYMAN, J. F. *Retaining walls. Building,* Bd. 3, S. 9, 21.
Mur de ſoutènement. La ſemaine des conſt., Jahrg. 10, S. 26.
PUSTAU, v. Beſtimmung von Futtermauerſtärken. Deutſche Bauz. 1886, S. 445, 461.
Ermittelung von Futtermauer-Querſchnitten. Zeitſchr. f. Bauw. 1886, S. 128. Zeitſchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1886, S. 628.
Ueber Querſchnittsbeſtimmung bei Futtermauern. Wochbl. f. Baukde. 1886, S. 331.
Neue Straßen-Anlage in Tübingen. Deutſche Bauz. 1887, S. 544.
KOENEN, M. Zur Querſchnittsbeſtimmung von Futtermauern. Wochbl. f. Baukde. 1887, S. 133.
KREUTER. Beitrag zur Berechnung trapezförmiger Stützmauerquerſchnitte. Centralbl. d. Bauverw. 1893, S. 245.
SKIBINSKI, C. Ueber Stützmauerquerſchnitte. Zeitſchr. d. öſt. Ing.- u. Arch.-Ver. 1893, S. 666.

2. Kapitel.

Terraſſen und Perrons.

Von † FRANZ EWERBECK [297]).

a) Terraſſen.

161. Teile.

Terraſſen ſind wagrechte, gewöhnlich an Abhängen oder vor Gebäuden hergeſtellte Plattformen, oft in mehrfacher Wiederholung ſtufenartig hintereinander zurücktretend, oft auch nur in einmaliger Anlage. Sie beſtehen demnach aus einer wagrechten Fläche, der Plattform (dem Plateau), und aus einer lotrechten, bezw. geneigten (geböſchten oder doſſierten) Fläche, welche, je nach der Beſchaffenheit des Bodens, den vorhandenen Materialien und dem Zwecke der Terraſſe, aus Erde, aus gewachſenem Fels, aus Mauerwerk oder aus einer Vereinigung verſchiedenartiger Stoffe hergeſtellt ſein kann [298]). Die Verbindung zweier Terraſſenplattformen wird durch geneigte Ebenen (Rampen) oder durch Treppen vermittelt, welche ebenfalls aus den verſchiedenartigſten Materialien beſtehen können.

162. Geſchichtliches.

Die Terraſſe ſpielt ſchon ſeit uralten Zeiten in der Baukunſt eine hervorragende Rolle, nicht allein bei den Gebäuden der Gottesverehrung, als den Tempeln der Griechen, den Tobes oder Stûpes der Hindus, den Teocallis der Mexikaner und Peruaner, den Opferſtätten der Aſſyrier, Babylonier (Tempel des Belus zu Babylon) und Perſer, ſondern auch bei den Palaſten und Wohngebäuden der Könige und Großen letztgenannter Völker, wie die Palaſtruinen zu Perſepolis und

[297]) Mit Abänderungen und Zuſätzen der Redaktion.

[298]) In uneigentlichem Sinne werden bisweilen mit dem Namen „Terraſſen“ auch jene hochgelegenen Plattformen bezeichnet, welche über Türmen und anderen Gebäuden durch ganz flach hergeſtellte Dächer gebildet werden. Für dieſe empfiehlt ſich die Bezeichnung „Altan“, welche auch für andere mit den „Balkonen“ verwandte Anlagen (ſiehe Teil III, Bd. 1, Heft 2, Abt. III, Abſchn. 1, C, Kap. über „Balkone, Altane und Erker“) gebraucht wird. Altan und Plattform ſind nicht zu verwechſeln; mit erſterem Begriff iſt der des Hochliegens untrennbar verbunden; eine Plattform kann auch ganz niedrig liegen.

Digitized by Google

anderer Gegenden beweifen. Die Terraffe follte diefe Bauwerke nicht allein gegen Überfchwemmungen ficher ftellen, fondern zugleich die Bedeutfamkeit derfelben, den tieferliegenden Wohnungen des Volkes gegenüber, erhöhen.

Eine Hauptrolle fpielen die Terraffen ferner in der Gartenbaukunft. Die berühmten fchwebenden Gärten der *Semiramis* waren großartige, durch mächtige Subftruktionen getragene Terraffenanlagen an den Ufern des Euphrat. Auch bei den Villen der reichen Römer war die Anlage von mit fchattigen Laubgängen, Statuen, Baluftraden, Waffertünften etc. gefchmückten Terraffen fehr häufig (Praeneſte, Tivoli). Im Mittelalter find fie felten und kommen wohl nur bei einigen Schloßanlagen der fpäteften Zeit vor; auch haben fie hier mehr fortifikatorifchen Zweck als den, zur Verfchönerung des Schloffes, bezw. Gartens beizutragen oder deren Annehmlichkeiten zu vermehren. Zu ihrer vollen Geltung kommen fie dagegen in der Periode der Renaiffance, befonders in Italien; beruht doch der Ruf, welchen viele Villenanlagen diefes Landes befitzen, zum großen Teile auf der gefchickten Vereinigung von Villa, Terraffe und Garten. Derartige Terraffen, vielfach in Verbindung mit breiten Doppelrampen und Freitreppen, fetzen allerdings fchon eine fehr umfangreiche Anlage voraus. Berühmt find diejenigen der Villa *d'Efte* bei Tivoli, der Villa *Madama* und der *Farnefina* zu Rom und die von *Bramante* ausgeführte, jetzt leider verbaute Terraffe mit großartiger Doppeltreppe im großen Hofe des Vatikan zu Rom (jetzt *Giardino della pigna*); ferner in Frankreich die Terraffenanlagen von St. Cloud, Verfailles und St. Germain-en-Laye, zu denen man als neuere Beifpiele diejenige des *Trocadéro*-Palaftes zu Paris und des *Château d'eau* zu Marfeille rechnen kann; in Deutfchland die Terraffe des Heidelberger Schloffes, die *Brühl*'fche Terraffe in Dresden, fowie die Kaskadenterraffen von Sansfouci und jene zu Wilhelmshöhe bei Kaffel. Eine neuere, herrliche, großartige Terraffenanlage ift auch in Florenz zur Ausführung gebracht.

163. Terraffenplattform.

Da Terraffen faft ftets vollftändig im Freien gelegen find, fo muß ihre Oberfläche zum Schutz gegen die atmofphärifchen Niederfchläge und gegen andere fchädliche Einflüffe in geeigneter Weife befeftigt werden. Für die Art der zu wählenden Befeftigung ift insbefondere die Benutzung der Terraffenplattform maßgebend.

Findet darauf nur Perfonenverkehr ftatt, fo können die für Bürgerfteige üblichen Befeftigungsweifen, als: Pflafterung, Platten-, Zementguß-, Gußafphaltbelag etc. Anwendung finden; auch Bekiefung ift nicht ausgefchloffen. Letztere, fowie Gußafphalt geftatten auch das Befahren mit leichteren Fuhrwerken; fchwerere Fuhrwerke erfordern indes eine der für Straßenfahrbahnen dienenden Befeftigungen, wie Chauffierung, Pflafterung, Stampfafphalt etc. Im nächften Abfchnitt (Kap. I: Befeftigung der Bürgerfteige und Hofflächen) ift über Konftruktion und Ausführung folcher Befeftigungen das Erforderliche zu finden. (Siehe auch Art. 160, S. 196.) Ausnahmsweife kommt bei fchmalen Terraffen wohl auch ein Belag mit Bleiplatten zur Anwendung [299]).

Sind unter den Terraffenplattformen überwölbte Räume vorhanden, fo müffen die Gewölbe derfelben waffer dicht abgedeckt und die Deckfchicht derart angeordnet werden, daß das eingefickerte Tagwaffer abfließen kann. Findet Wagenverkehr auf der Plattform ftatt, fo foll zur Milderung der durch denfelben bedingten Erfchütterungen und Stöße die über dem Gewölbe befindliche Erdfchicht keine zu geringe Mächtigkeit haben; über dem Wölbfcheitel follte nicht weniger als 30, beffer nicht unter 50 cm Überfchüttung vorhanden fein.

164. Terraffenbegrenzung.

Von großer Bedeutung für das Anfehen einer Terraffe ift die Behandlungsart der Böfchungsflächen, bezw. der Stützmauern (hier auch Terraffenmauern genannt), welche das Gelände feitlich abfchließen und das Plateau tragen. Je nach dem Eindruck, welchen man erzielen will, werden diefe Teile als Rafenflächen oder aber als mächtige Quadermauern (wie am Palaft *Pitti* in Florenz), durch Arkaturen belebt, oder als glatte, bezw. gemufterte Wandflächen ausgeführt. (Vergl. hierüber auch das im vorhergehenden Kapitel über die architektonifche Geftaltung

[299]) Siehe: *Des couvertures en plomb. Revue gén. de l'arch.* 1866, S. 246.

Digitized by Google

der Stütz- und Futtermauern Gefagte, fowie Fig. 230 bis 232[800]) und Teil III, Bd. I, Heft 2, Abt. III, Abfchn. 1, C, Kap. über „Einfriedigungen“.)

165. Terraffenanlagen.

Dasfelbe gilt von den zur Plattform hinaufführenden Treppen, da fowohl durch die ganze Anordnung derfelben, als auch durch die Abmeffungen der Stufen, durch die mehr oder weniger reiche Behandlung der Treppenwangen, Pfeiler und Baluftraden die äfthetifche Wirkung der Terraffe im hohen Maße gefteigert werden kann. In Fig. 227 bis 232[800]) find einige Beifpiele vorgeführt, um zu zeigen, wie verfchiedenartig die Anordnung der Terraffentreppen fein kann.

In Fig. 227 ift die Treppe der Terraffe ganz vorgelegt, in Fig. 230 ganz eingelegt. Hinfichtlich der Wahl zwifchen beiden ift oft die Befchaffenheit des Vorgeländes, häufig auch die Verfügbarkeit über dasfelbe entfcheidend.

Fig. 227.

Fig. 228.

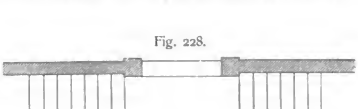
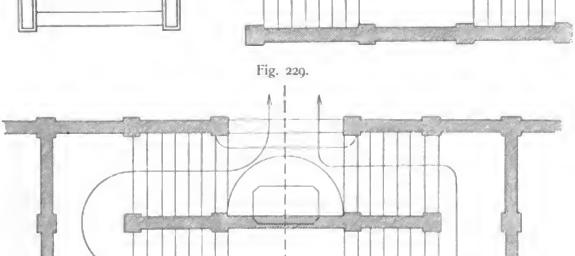


Fig. 229.



In Fig. 231 ift die Treppe zur Hälfte vor, zur Hälfte in die Terraffe gelegt. Fig. 232 zeigt eine reiche Treppenanlage mit drei Fluchten; eine folche Anordnung empfiehlt fich da, wo es wünfchenswert erfcheint, daß die Terraffe leicht von verfchiedenen Seiten her zugänglich gemacht werde, beifpielsweife in dem Falle, daß ein freier Platz vor derfelben fich befindet.

In Fig. 228 ift die Treppenachfe parallel zur Terraffenmauer angenommen (Zugänglichkeit von zwei Seiten her); durch Fig. 229 ift eine reiche Treppenanlage mit Anordnung einer Figurennifche in der Höhe des unteren Ruheplatzes veranfchaulicht.

166. Konftruktion der Treppen.

Hinfichtlich der Konftruktion der Treppen kann im allgemeinen auf Teil III, Bd. 3, Heft 2 (Abt. IV, Abfchn. 2, A), fowie auf das folgende Kapitel (unter a) verwiefen werden; doch mögen einige Bemerkungen hier Platz finden.

Mehr als bei in Gebäuden liegenden Treppen muß bei freiliegenden, zu Terraffen hinaufführenden Treppen auf ein bequemes Steigungsverhältnis Rückficht

[800]) Die Abbildungen find teilweife entnommen aus: Abel, L. Garten-Architektur. Wien 1876.

Digitized by Google

Fig. 230.

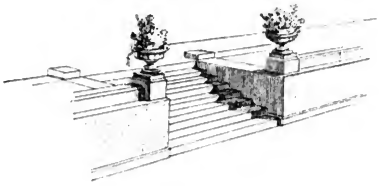


Fig. 231.

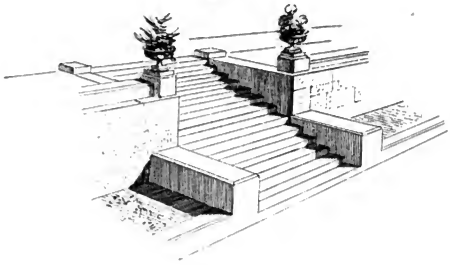
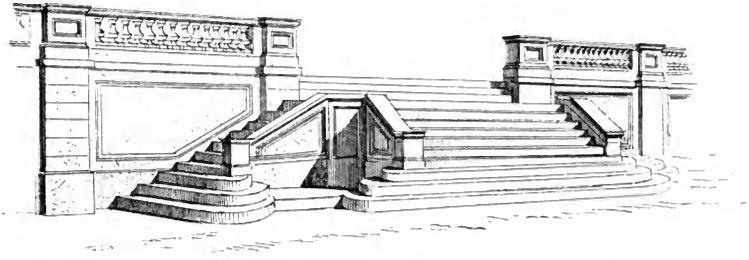


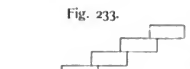
Fig. 232.



Terrassenanlagen[800]).

Digitized by Google

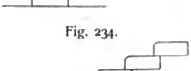
Fig. 233.



genommen werden, da Treppen dieſer Art in den meiſten Fällen mehr zum langſamen Spazierengehen, als für den raſchen Verkehr dienen ſollen; doch kann die für das Steigungsverhältnis der Treppenſtufen häufig benutzte Regel:

2 Steigungen + 1 Auftritt = 63 Centim.

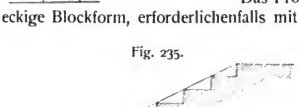
Fig. 234.



auch hier benutzt werden, wobei indeſſen die Steigung niemals zu mehr als $15^1/_2$ cm Höhe angenommen werden ſollte.

Das Profil der Stufen ſei möglichſt einfach (rechteckige Blockform, erforderlichenfalls mit gebrochener Kante, ſiehe Fig. 233 u. 234).

Fig. 235.



Über die Unterſtützung der Stufen iſt im folgenden Kapitel (Art. 172) das Erforderliche zu finden.

Fig. 236.

Die Bequemlichkeit erfordert ſodann eine möglichſt große Breite der Treppe; der Körper darf ſich durch zu nahe aneinander rückende Mauern oder Wangen mit ſchweren Baluſtraden und Pfeilern nicht eingeengt fühlen. Es wird ſich daher empfehlen, bei in Böſchungen liegenden Treppen die Baluſtraden ganz fort zu laſſen und als Begrenzung der Treppenſtufen nur ein niedriges Werkſtück (Sargſtück) zur Anwendung zu bringen, welches mit der Böſchung gleiche Höhe hat oder dieſelbe doch nur um ein Geringes überragt (Fig. 235 u. 236). Reicher läßt ſich der ſeitliche Abſchluß geſtalten, wenn man ſtatt der der Treppenneigung folgenden Wangen eine Abtreppung anwendet, welche zugleich zum Aufſtellen von Schmuckgegenſtänden, als Vaſen, Figurengruppen, Blumen etc., dienen kann (Fig. 237).

Fig. 237.

Sind die Terraſſen durch Geländer abgeſchloſſen, ſo werden auch die zu denſelben hinaufführenden Treppen in den meiſten Fällen eines ebenſolchen Abſchluſſes nicht entbehren können. Die Ausbildung derſelben iſt in Teil III, Bd. 2, Heft 2 (Abt. III, Abſchn. I, C, Kap. über „Brüſtungen und Geländer“) ausführlich behandelt; doch möge hierzu noch bemerkt werden, daß ſich von allen Abſchlußarten an dieſer Stelle das Dockengeländer oder die Baluſtrade (Fig. 238) am meiſten empfiehlt, ferner auch ſchmiedeeiſernes Gitterwerk, weniger die

167. Geländer.

Fig. 238.

Digitized by Google

geſchloſſene, plattenartig konſtruierte Brüſtung. Hinſichtlich der Formbildung der Baluſter auf ſteigenden Wangen iſt zu bemerken, daß die an denſelben auftretenden Gliederungen niemals parallel zur Wange angenommen werden dürfen, eine Ausbildung, welche nur an den Docken der Zopf- und Rokokozeit auftritt (Fig. 240), ſondern ſtets wagrecht (Fig. 238 u. 239).

Fig. 239.

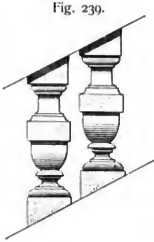
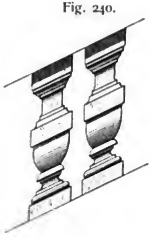


Fig. 240.



Eine Baluſtrade als Abſchluß einer Terraſſe iſt bei flachen Böſchungen nicht nur überflüſſig, ſondern wirkt auch gewöhnlich nicht vorteilhaft (Fig. 241).

Fig. 241.

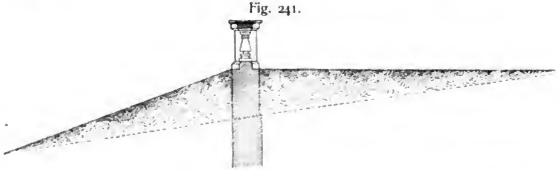
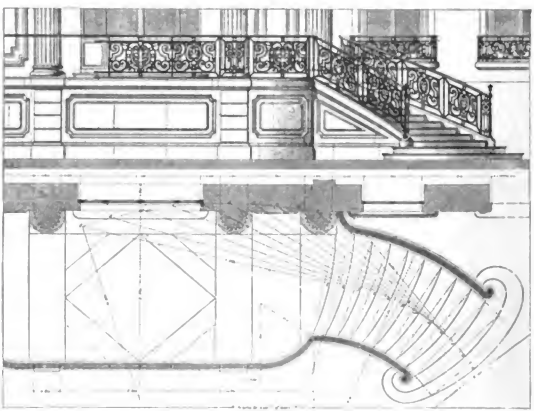


Fig. 242.



Perron an einer Villa zu Paris[201]).

1/100 w. Gr.

[201]) Fakſ.-Repr. nach: Daly, C. *L'architecture privée au XIXme ſiècle, ſous Napoléon III. etc.* Paris 1864. Bd. 1, Pl. 8.

Digitized by Google

b) Perrons.

Perrons ſind entweder ſchmale, terraſſenartige, vor Gebäuden liegende Plattformen, deren konſtruktive und formale Behandlungsweiſe mit den ſoeben für Terraſſen mitgeteilten Angaben zuſammenfällt, oder ſie ſind ähnlich, wie die erhöhten Bürgerſteige den Gebäuden entlang geführt und ſtimmen dann auch in Anordnung und Ausführung mit dieſen überein (ſiehe hierüber den nächſten Abſchnitt, Kap. I: Befeſtigung der Bürgerſteige und Hofflächen). Einen längs einer Villa angeordneten Perron mit dazu gehöriger kleiner Freitreppe zeigt Fig. 242[301]). Die Anlage von Perrons oder Bahnſteigen auf Bahnhöfen gehört nicht in den Bereich dieſes „Handbuches“.

162. Anlage.

3. Kapitel.

Freitreppen und äußere Rampen.

Von † Franz Ewerbeck[302]).

a) Freitreppen.

Man verſteht unter Freitreppen ſolche Treppen, welche im Freien vor Gebäuden liegen; ſie können deshalb auch in vielen Fällen als „Vortreppen“ bezeichnet werden. Solche Treppen können aus Gründen der Dauerhaftigkeit und Monumentalität kaum anders als in Stein konſtruiert werden.

169. Geſchichtliche Überſicht.

Große Freitreppenanlagen befanden ſich vor den Bauwerken der Aſſyrer, Babylonier und Perſer (ſiehe das vorhergehende Kapitel, Art. 162, S. 197).

Die mit Stufenterraſſen verſehenen griechiſchen Tempel erhielten an der Vorderſeite Treppenanlagen, welche zum Pronaos hinaufführten; doch ſpielten dieſelben in Anbetracht ihrer kleinen Abmeſſungen eine durchaus untergeordnete Rolle, da ſie von den mächtigen, das ganze Bauwerk umgebenden Stufenterraſſen entſchieden beherrſcht werden (Fig. 243).

Von größerer Bedeutung ſind die Aufgänge zu den römiſchen Tempeln, welche, gewöhnlich auf hohem Unterbau ſich erhebend, an der Vorderſeite eine ſtattliche, durch Wangen eingefaßte Freitreppe erhielten. Dieſe Anordnung iſt dem gleichwertig behandelten Krepidoma des griechiſchen Tempels gegenüber in gewiſſer Beziehung als ein Fortſchritt zu bezeichnen, indem durch dieſe einſeitig vorgelegte, architektoniſch gekennzeichnete Freitreppenanlage der Eingang des Gebäudes und damit die Vorder- oder Hauptfaſſade deutlich bezeichnet wird (Fig. 246).

Die Aufgänge zu den romaniſchen und gotiſchen Kirchen ſind gewöhnlich vor den Hauptportalen der Weſtſeite und der Querſchiffe, bei den gotiſchen Werken oft teilweiſe oder ganz zwiſchen den Strebepfeilern angeordnet (Fig. 244), ſo z. B. in Amiens, Cöln u. a. O.; doch kommt auch, beſonders bei den italieniſchen Kirchen, der Fall vor, daß die Freitreppe das ganze Bauwerk oder doch den größten Teil desſelben umgibt, wie z. B. in Orvieto, Siena, Piſa u. a. O.

Stattliche Freitreppenanlagen mit doppelten Armen führten, wie dies unzweifelhaft nachgewieſen worden iſt, zu den über einem hohen Erdgeſchoß angeordneten Hauptſälen der alten Kaiſerpfalzen und Burgen der romaniſchen Bauperiode hinauf (Goslar, Gelnhauſen und Münzenberg). Am Kaiſerhauſe zu Goslar waren dieſe Treppen vermutlich doppelt angeordnet, zu beiden Seiten des Hauptſaales, jede mit zwei Armen und Ruheplätzen, in der Mitte überbaut (Fig. 245[303]). Eine Ausnahme hiervon macht die durch *v. Ritgen* reſtaurierte Freitreppenanlage vor dem Landgrafenhauſe auf der Wartburg (Fig. 247).

Von hohem maleriſchen Reize ſind die kleinen Freitreppenanlagen, welche ſich vor den Häuſern einiger Bergſtädte Mittelitaliens befinden. Dieſelben führen gewöhnlich auf einen Altan oder ausgekragten Balkon vor dem Haupteingange und ſind in verſchiedenartigſter Weiſe angeordnet. Eine ſolche durch ein Steingerüſt mit Eiſengitter verſchließbare Treppe, welche ſich an einem Hauſe in Viterbo vorfindet, iſt in Fig. 248[304]) dargeſtellt. Eine ähnliche Verſchlußvorrichtung der

[301]) Mit Abänderungen und Zuſätzen der Redaktion.

[302]) Vergl.: Unger, Th. Das Kaiſerhaus zu Goslar. Deutſche Bauz. 1871, S. 242, 250, 258, 267.

[303]) Nach: Italien. Eine Wanderung von den Alpen bis zum Ätna. 2. Aufl. Stuttgart 1880.

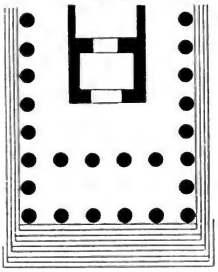
Digitized by Google

Treppe mit ſteinernem Pfeilergerüſt und Gittertür findet ſich auf der Freitreppe im Hofe des *Barghello*-Palaſtes zu Florenz.

Auch aus ſpäterer Zeit finden ſich an den Bauwerken Italiens Treppenanlagen von ähnlichem Charakter, wie das in den Jahren 1342—46 erbaute Rathaus zu Gubbio beweiſt (Fig. 249 u. 250[305]). Anordnungen ähnlicher Art, wie in Viterbo, ſind noch an einigen Bauwerken in Burgund und in der Champagne erhalten[306]).

In Deutſchland finden ſich derartige, mit Terraſſen oder Balkonen verbundene Freitreppen vor Privathäuſern ſelten, mit Ausnahme von Danzig, wo ſie an den Bauwerken der Renaiſſance-

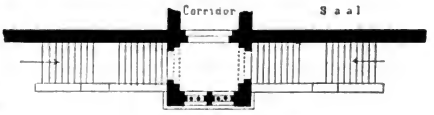
Fig. 243.



Aufgang eines griechiſchen Tempels.

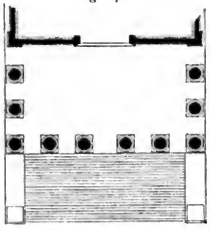
Fig. 244.

Fig. 245.



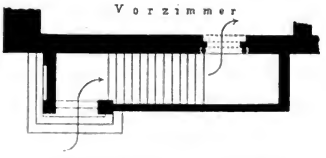
Vom Kaiſerhauſe zu Goslar[305]).

Fig. 246.



Aufgang eines römiſchen Tempels.

Fig. 247.



Vom Landgrafenhauſe auf der Wartburg.

periode ganz allgemein auftreten und den Namen Beiſchläge tragen. Die Treppenläufe und Terraſſen, welch letztere gewöhnlich Kellereingänge oder Verkaufsläden enthalten, ſind mit reichen Baluſtraden oder ſchmiedeeiſernen Geländern verſehen.

Die Stufen und Ruheplätze der bisher betrachteten Treppen waren teils vollſtändig untermauert, teils durch Bogen getragen, teils auch durch breite Tragſteine unterſtützt; indeſſen ſind auch freitragende Treppen, d. h. ſolche, bei denen die Steinſtufen einerſeits in die Gebäudemauern eingreifen, während die andere Seite frei in der Luft ſchwebt, im Freien vor oder an Gebäuden, durchaus nicht ſelten. Die Konſtruktion dieſer Treppen iſt derartig, daß die Stufen ſich ſelbſt tragen, indem jede höherliegende Stufe mit ihrer vorderen Unterkante *a* (Fig. 251) auf der hinteren

[305]) Vergl.: Stier, H. & F. Luthmer. Gubbio. Deutſche Bauz. 1868, S. 322, 345, 355.
[306]) Vergl. auch: Verdier & Cattois. *Architecture civile et domeſtique etc.* Paris 1852—58.

Digitized by Google

Fig. 248.

Von einem Hauſe zu Viterbo[304]).

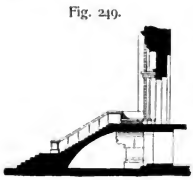
Oberkante *b* der darunter befindlichen Stufe ruht und nur die unterſte Stufe eine volle Fundamentunterſtützung erhält.

Derartige freitragende Treppen von großer Kühnheit, aus Stufen und Podeſtplatten von oft ganz gewaltigen Längenabmeſſungen hergeſtellt, finden ſich in großer Anzahl an den aus den erſten Jahrhunderten n. Chr. ſtammenden, hochintereſſanten Bauwerken von Zentral-Syrien, beſonders den Villenanlagen dieſer Gegenden vor, worüber das unten [307]) namhaft gemachte Werk *Vogüé*'s genügenden Aufſchluß gewährt. Das dort vorkommende außerordentlich harte Steinmaterial, ſowie der völlige Mangel an Bauholz gaben vermutlich die nächſte Veranlaſſung zu dieſen Konſtruktionen.

Neben dieſen Werken verdienen auch die in der Anlage ſehr einfachen, aber kühn und durchaus monumental konſtruierten Treppen Erwähnung, welche zu den Rundgängen der Stadtmauern von Avignon, Carcaſſonne u. a. O. hinauf führten; auch dieſe ſind vielfach als Freitreppen konſtruiert. Ein höchſt originelles Beiſpiel dieſer Art findet ſich zu Carpentras (Fig. 252 bis 254[308]). Die einzelnen Stufen zeigen im Grundriß ein abgetrepptes Profil mit einfachen Abrundungen nach unten.

Eine höchſt eigenartige Treppenanlage beſitzt das im Jahre 1390 erbaute, durch *Viollet-le-Duc* rekonſtruierte Schloß *Pierrefonds* bei Compiègne. Dieſe ſtattliche, durch eine Vorhalle teilweiſe überdeckte Treppe iſt inſofern beſonders bemerkenswert, als nur der mittlere Teil derſelben als Aufgang zum eigentlichen Treppenturme dient, während die zwei ſeitlichen Stufenreihen zu Plattformen hinunter führen, von denen aus die Ritter mit Bequemlichkeit ihre Pferde beſteigen konnten, eine Einrichtung, welche bei den ſchweren Rüſtungen jener Zeit von Wichtigkeit war (Fig. 255 u. 256[309]).

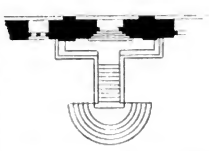
Fig. 249.



Vom Stadthaus zu Gubbio[305]).
1/100 w. Gr.

Von den gotiſchen Treppenanlagen ſeien hier noch einige erwähnt, welche ſich durch ihre originelle Anordnung auszeichnen. Dahin gehört zunächſt diejenige des Schloſſes Montargis, welche in Kreuzform angelegt und deren drei Läufe ſich auf einem Ruheplatze vereinigten, von wo aus ein gemeinſchaft-

Fig. 250.



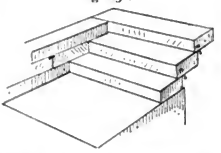
Vom Stadthaus zu Gubbio[305]).
1/600 w. Gr.

[307]) Vogüé M. DE. *La Syrie centrale etc.* Paris 1866–77.
[308]) Nach: Viollet-le-Duc. *Dictionnaire raiſonné de l'architecture etc.* Bd. 5. Paris 1861. S. 192.
[309]) Siehe: ebendaſ., Bd. 7. Paris 1864. S. 120.

Digitized by Google

licher vierter Arm, durch einhüftige Bogen unterſtützt, zum Schloſſe hinaufführte (Fig. 257 [210]). Auf dieſe Weiſe wurde unter den Bogen her ein Durchgang frei gehalten; die Treppenarme waren durch ſeitlich offene Galerien mit Holzdächern abgeſchloſſen.

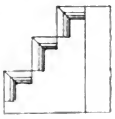
Fig. 251.



Ähnliche Überdeckungen befaßen auch die zur ***Chambre des comptes*** und zur ***Sainte-Chapelle*** in Paris hinaufführenden Freitreppen.

Auch in Deutſchland kommen derartige gedeckte Freitreppenläufe vor, wenn auch aus ſpäterer Zeit herrührend, z. B. an den Rathäuſern zu Mülhauſen im Elſaß (begonnen 1552), zu Lübeck (1595, Fig. 260 [211]), zu Dettelbach in Franken u. a. O. Sie ſind meiſtens zweiarmig und nach Art der oben mitgeteilten Treppen vor den Kaiſerpaläſten zu Goslar und Gelnhauſen angeordnet.

Fig. 252.



1/60 w. Gr.

Fig. 253.

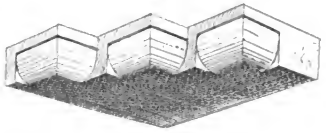
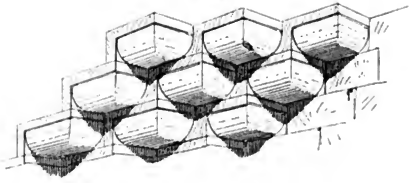


Fig. 254.



Von den Stadtmauern zu Carpentras [212]).

Freitreppen ähnlicher Anordnung, doch ohne Überdeckung, kommen ebenfalls recht häufig an den Rathäuſern der Renaiſſanceperiode vor, und es mögen hier als Beiſpiele die ſehr ſtattlichen Treppen der Rathäuſer zu Heilbronn und Leyden (Fig. 261) genannt werden, letztere in den Formen flämiſcher Renaiſſance.

Derſelben Gattung gehört auch die von ***Michelangelo*** entworfene, von ***Giacomo della Porta*** ausgeführte Freitreppenanlage vor dem Senatorenpalaſte in Rom an, mit drei Ruheplätzen (Fig. 259); an der Vorderſeite zwei Flußgötter (Nil und Tiber), in der Mitte in einer Niſche die ſitzende Statue der Roma über einer breiten, mit Steingeländer umgebenen Kaskade [212]).

Außer dieſen Anlagen, bei denen die Treppenarme ſtets in derſelben Richtung nach oben hin anſteigen, mögen hier ferner noch diejenigen Freitreppen Erwähnung finden, deren Arme die Richtung ändern, wie ſolches in Fig. 257 angegeben. Als Beiſpiele dieſer Treppengattung ſeien die Rathaustreppe zu Löwen und die aus der Rokokozeit ſtammende, frühere Rathaustreppe zu Aachen genannt.

[210]) Nach: Violet-le-Duc, E. ***Dictionnaire raiſonné de l'architecture etc.*** Bd. 5. Paris 1861. S. 190.
[211]) Fakſ.-Repr. nach: Architektoniſche Rundſchau 1888, Taf. 12.
[212]) Vergl.: Letarouilly, E. ***Édifices de Rome moderne etc.*** Paris 1840–57.
[212]) Nach einer Photographie.

Digitized by Google

Eine von den oben beſchriebenen in der Anordnung gänzlich abweichende, äußerſt maleriſche Treppe befindet ſich am Rathauſe zu Görlitz (Fig. 262[311]). Dieſe auf ſehr engem Raume geſchickt angeordnete Wendeltreppe tritt mit einem Altan vor dem Eingange in Verbindung, von welchem

Fig. 255. Vom Schloß *Pierrefonds* bei Compiègne [309].

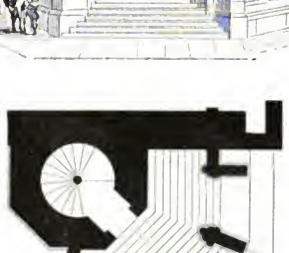


Fig. 256. 1/200 w. Gr.

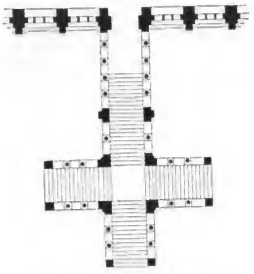
herab die Magiſtratsverordnungen verleſen wurden; von trefflicher Wirkung iſt der mit einer Juſtitia gekrönte Antrittspfeiler derſelben.

Eine ſehr reich ausgeſtattete Freitreppe, ebenfalls mit altanartiger Erweiterung, iſt die ***Scala dei Giganti*** im Hofe des Dogenpalaſtes zu Venedig, ganz aus Marmor erbaut, ihre oberen Pfeiler mit den von *Sanſovino* angefertigten Koloſſalſtatuen des Mars und Neptun geſchmückt.

[311]) Nach: Lübke, W. Geſchichte der Renaiſſance in Deutſchland. 2. Aufl. Stuttgart 1881.

Digitized by Google

Fig. 257.



Vom Schloſſe zu Montargis [210]).
1/200 w. Gr.

Fig. 258.

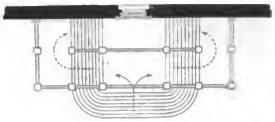


Fig. 259.

Vom Senatorenpalaſt zu Rom [211]).

Digitized by Google

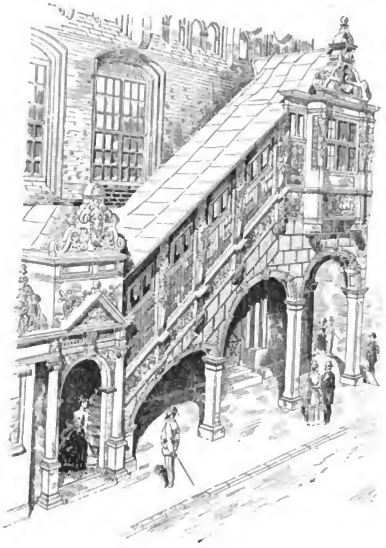


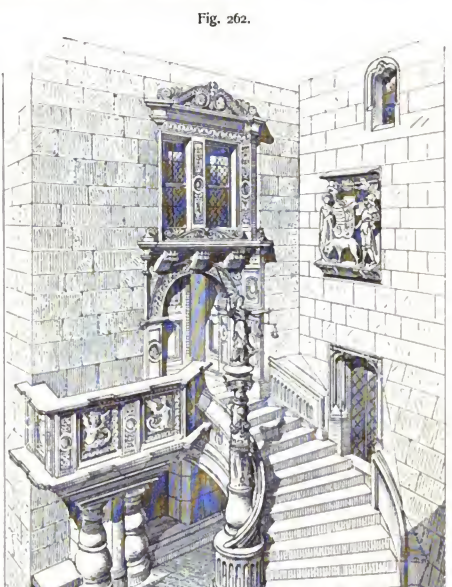
Fig. 260. Vom Rathaus zu Lübeck[311]).

Fig. 261. Vom Rathaus zu Leyden[312]).

Digitized by Google

Sämtliche bis jetzt beſprochene Treppen befolgen ſowohl hinſichtlich ihrer Anlage, als auch bezüglich ihrer konſtruktiven und formalen Behandlungsweiſe ein ſtrengeres architektoniſches Prinzip und ſind — mit alleiniger Ausnahme der mitgeteilten Rathaustreppe zu Görlitz — aus geraden Treppenläufen und Stufen zuſammengeſetzt.

Fig. 262.



Vom Rathaus zu Görlitz[314]).

In der Spätrenaiſſance, beſonders aber in der auf die Renaiſſance folgenden Barock- und Rokokoperiode, macht ſich allmählich eine weſentliche Änderung im Charakter der Freitreppen bemerklich; vorwiegend iſt ein maleriſcher Grundgedanken in der Anordnung dieſer Treppen zu erkennen, ein Losmachen von den Schranken, welche das Material hinſichtlich ſeiner konſtruktiven und formalen Durchführung dem Architekten auferlegt, eine gänzlich freie, oft durchaus willkürliche Anordnung. Dieſes Prinzip tritt beſonders in den oft ganz unmotivierten Schweifungen der Wangen und Stufen hervor, welche bei den älteren ſtrengeren Werken nach Kreisbogenteilen oder Ellipſen ge-

Digitized by Google

bildet ſind (Fig. 263 bis 266[215]), ſpäter aber, beſonders in der Rokokozeit, ganz launenhaft geſchweifte, gebrochene und verkröpfte Linien zeigen, wie Fig. 267 darſtellt, wodurch nicht nur das Beſteigen der Treppen an einigen Stellen ſehr erſchwert wird, ſondern auch der Charakter des Steinmaterials gänzlich verloren geht und eine außerordentliche Materialverſchwendung Platz greifen muß[216]).

Schließlich mögen hier noch einige Angaben über Freitreppenanlagen der Neuzeit ihren Platz finden.

Zu den großartigſten Werken neuerer Zeit iſt unſtreitig die durch *L. v. Klenze* erbaute, etwa 33 m hohe Freitreppe zu rechnen, welche vom Donauſtrome zur Walhalla (bei Regensburg) hinauf-

Fig. 263.

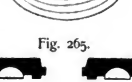
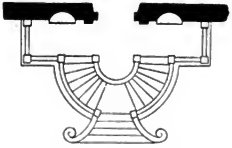


Fig. 264.

Fig. 265.



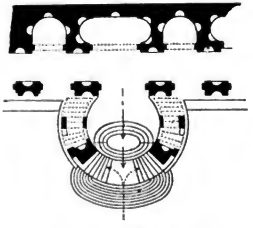
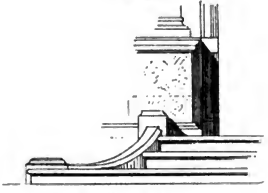


Fig. 266.



Vom *Château Buffy-Rabutin.*

Vom *Château d'Anet.*

Fig. 267.

führt (Fig. 268 u. 269[217]). Im Vereine mit breiten, mächtigen Terraſſen, welche dem ſteigenden Bergterrain auf das glücklichſte angepaßt ſind, bildet ſie den denkbar großartigſten Unterbau dieſes edlen Bauwerkes. Das Ganze gewährt ein Landſchaftsbild von klaſſiſcher Schönheit.

Ferner mögen hier die 28,56 m breite, 21 Stufen zählende Haupttreppe des alten Muſeums und die etwa 22,50 m breite, 29 Stufen zählende Haupttreppe vor dem Schauſpielhauſe zu Berlin (beide von *Schinkel* erbaut, erſtere von 1824—28, letztere zwiſchen 1819 und 1820) Erwähnung finden.

[215]) Unter den in Fig. 263 bis 266 mitgeteilten Skizzen verdient die Treppe vom Schloſſe zu Anet (in Fig. 264, erbaut durch *Phil. de L'Orme*) hier ausführlicher beſprochen zu werden. Von einer dem Schloſſe vorgelegten Terraſſe herab führen die oberen geſchweiften und mit Geländer verſehenen Treppenarme auf einen Ruheplatz, von hier aus einerſeits in den Schloßpark, andererſeits in einen unter der Terraſſe liegenden Krypto-Portikus. Treppe und Portikus waren verſchüttet und wurden erſt 1877 wieder aufgedeckt. (Siehe: Bourgeois, A. *Château d'Anet. Reſtauration du crypto-portique et du perron.* Paris 1877 — ferner die Mitteilung in: Bosc, E. *Dictionnaire raiſonné d'architecture etc.* Paris 1876—80.)

[216]) Siehe auch: Dujarric, F. *Les eſcaliers extérieurs. Moniteur des arch.* 1878, S. 186.

[217]) Nach: Klenze, L. v. Sammlung architektoniſcher Entwürfe. München 1831—50.

Digitized by Google

Beide Werke ſind in ihrer Anlage einfach, etwa den Freitreppen vor den römiſchen Tempeln entſprechend. Gleicher Art iſt auch die Treppe vor der *Madeleine*-Kirche in Paris. — Bei großer Breite der Treppenſtufen geht bei Anlagen, wie den oben erwähnten, die Benutzbarkeit der Räume des Erd-, bezw. Kellergeſchoſſes im hohen Grade verloren, und es empfiehlt ſich, wo dieſer Umſtand für das Gebäude zu nachteilig wird, die Treppe von demſelben abzurücken, bezw. durch Bogen mit letzterem zu verbinden, wie ſolches beiſpielsweiſe an der Freitreppenanlage vor der durch *Strack* erbauten Nationalgalerie in Berlin (Fig. 270[318]) durchgeführt iſt. Endlich ſei hier noch die dreifach geteilte Freitreppe vor dem durch *Duc* erbauten *Palais de juſtice* in Paris erwähnt (Fig. 271[319]).

Fig. 268.
Walhalla bei Regensburg[317]).

170. Geſamtanlage.

Wenn wir nach dieſer allgemeinen Überſicht — welche indes durchaus nicht den Anſpruch erhebt, alle bemerkenswerten Freitreppenanlagen erwähnt zu haben, ſondern nur den Zweck hat, einige der beachtenswerteren Treppengattungen durch hervorragende Beiſpiele dem Leſer vorzuführen — einen vergleichenden Rückblick uns geſtatten, ſo ergibt ſich aus demſelben das Folgende:

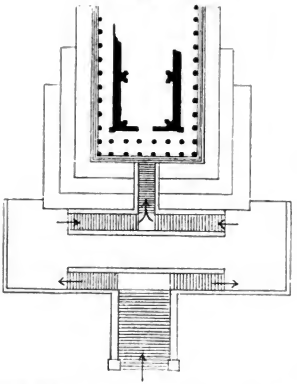
1) Als monumentalſte und impoſanteſte Treppenanlage muß die das Bauwerk rings umgebende Terraſſentreppe angeſehen werden, weil ſie das Gebäude in ganz ausgezeichneter Weiſe von ſeiner Umgebung abſondert und allſeitig zur Würdigung gelangen läßt; eine ſolche Anlage läßt ſich allerdings nur mit durchaus großartig gedachten Monumentalwerken idealer Natur, wie Tempeln, Kirchen, Gedenkhallen, großen Monumenten und Werken ähnlicher Beſtimmung, in Verbindung bringen und würde bei kleineren Bauwerken und ſolchen, welche vorwiegend prakti-

[318]) Nach: Berlin und ſeine Bauten. Berlin 1877.

[319]) Nach: NARJOUX, F. *Le palais de juſtice*. Paris 1880.

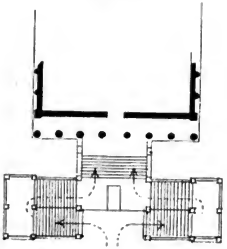
Digitized by Google

Fig. 269.



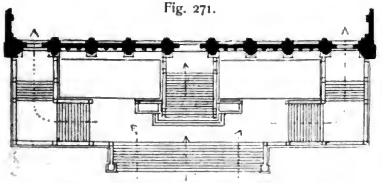
Von der Walhalla bei Regensburg[317]). — 1/1850 w. Gr.

Fig. 270.



Von der Nationalgalerie zu Berlin[318]). — 1/900 w. Gr.

Fig. 271.



Vom *Palais de justice* zu Paris[319]). — 1/715 w. Gr.

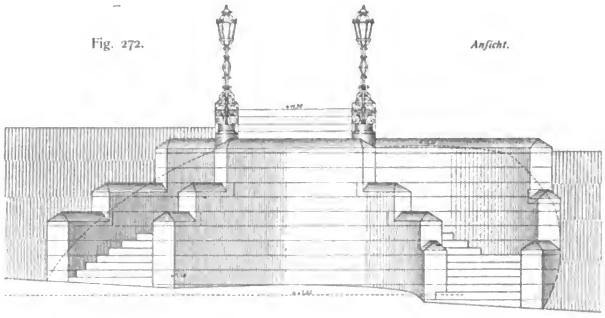
ſchen Zwecken dienen, lächerlich erſcheinen.

2) Dieſer Gattung von Freitreppen ſtehen an monumentaler Wirkung am nächſten die der Vorderſeite des Gebäudes einſeitig vorgelegten breiten Freitreppen mit oder ohne Wangen, wie ſolche vor den römiſchen Tempelanlagen vorhanden, und auch an neueren Werken (wie vor dem alten Muſeum und Schauſpielhauſe zu Berlin u. a. O.) ausgeführt wurden. Die Treppe ſoll hier durchaus kein Kunſtwerk für ſich darſtellen, damit die Aufmerkſamkeit des Beſchauers vom Bauwerke ſelbſt nicht weſentlich abgelenkt werde. Bei derartigen Aufgaben iſt daher auf große Einfachheit in der Anlage zu ſehen. Solche Treppen nehmen allerdings viel Platz in Anſpruch; aber gerade die Verſchwendung des Platzes verleiht der Treppe und mittelbar dem Bauwerke den Charakter des Stattlichen und Opulenten.

3) Vor kleineren Bauwerken, zumal ſolchen, welche nur von verhältnismäßig engen Straßen aus betrachtet werden können, empfehlen ſich in der Regel mehr ſeitlich parallel geführte Arme, unter Umſtänden in Verbindung mit Kehrungen oder Anordnungen der zweiten Gattung, überhaupt verwickelte Anlagen; hier muß die maleriſche Anordnung vorherrſchen, und eine wiederholte Änderung der Richtung der Treppenläufe auch in geſchweiften Formen tut der Architektur des Gebäudes kei-

Digitized by Google

Fig. 272. *Ansicht.*



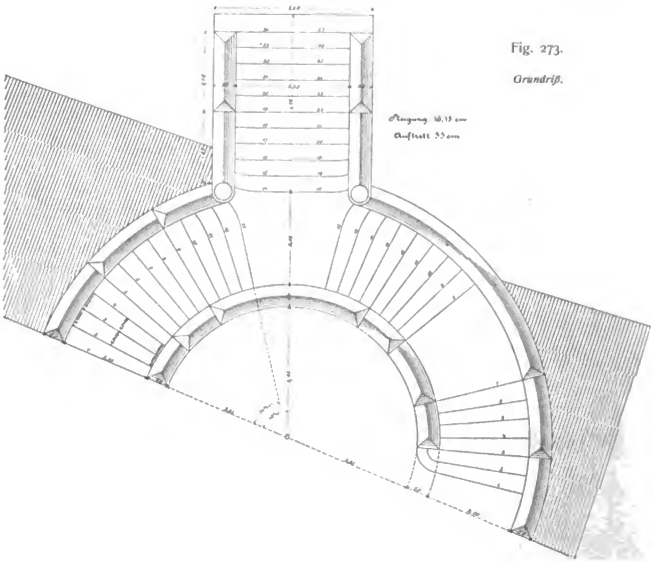


Fig. 273.
Grundriß.

Aufgangstreppe zum Amts-

Digitized by Google

Fig. 274.

Querſchnitt.

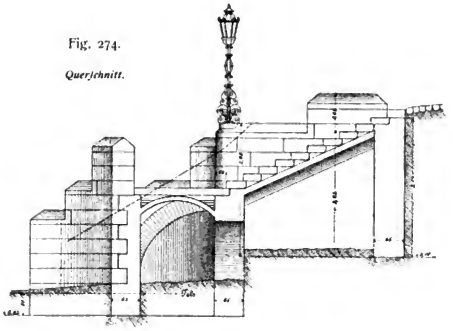
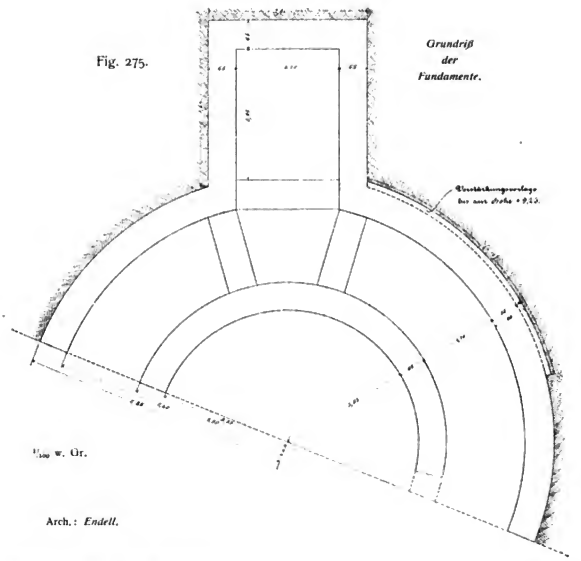


Fig. 275.

Grundriß der Fundamente.



Arch.: *Endell.*

gerichtshauſe zu Neurode.

Digitized by Google

nen Eintrag, wenn nur die Abmeſſungen (beſonders Höhe und Ausladung der Treppe) im richtigen, hier nicht weiter zu erörternden Verhältnis zum Bauwerke ſtehen (Fig. 272 bis 275).

4) Endlich ſei noch jener Freitreppen gedacht, welche den bedeckten Vor-

Fig. 276.

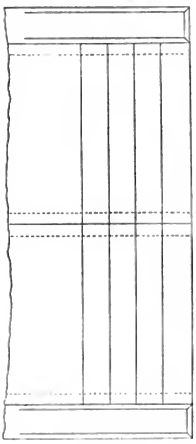
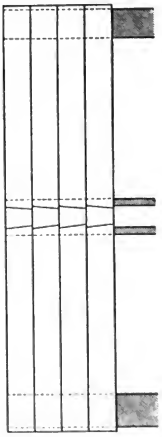
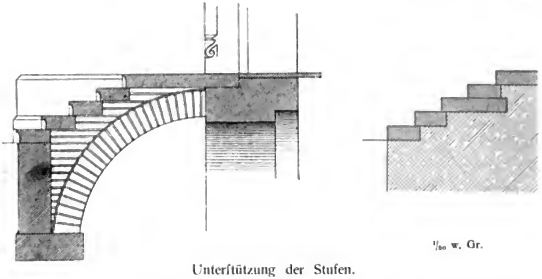


Fig. 277.





1/50 w. Gr.

Unterſtützung der Stufen.

oder Unterfahrten an öffentlichen Gebäuden, Paläſten etc. vorgelegt ſind, ſobald deren Plattform höher als jene der betreffenden Straße, des Platzes etc. gelegen iſt. Für die Fahrenden vermitteln ſeitlich Rampenanlagen (ſiehe unter b, insbeſondere Art. 175) den Höhenunterſchied. Über den Zuſammenhang dieſer verſchiedenen Teile untereinander wird noch im IV. Teile dieſes „Handbuches“

Digitized by Google

(Halbbd. 1, Abſchn. 5, Kap. 1, a, 2: Vorhallen, Eingänge und Torwege) einiges zu ſagen ſein.

Hinſichtlich der Konſtruktion der Freitreppen, ſowie der formalen Behandlung der Stufen, Wangen und Geländer ſei hier kurz das Folgende bemerkt. 171. Konſtruktion.

1) Stufen. Als Material zu denſelben empfiehlt ſich der großen Härte und Dauerhaftigkeit wegen vorzugsweiſe Granit, in zweiter Linie Kalkſtein und Sandſtein, da die beiden letzteren teils im Freien mit der Zeit verwittern, teils bei ſtarker Benutzung ſich bald austreten. Für Granit kann bei beiderſeits aufliegenden Stufen eine freie Länge von 1,50 bis 3,00 m, für Sandſtein 1,25 bis 1,90 m angenommen werden. 172. Treppenſtufen.

Fig. 278.

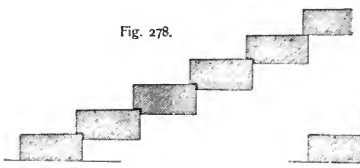


Fig. 279.

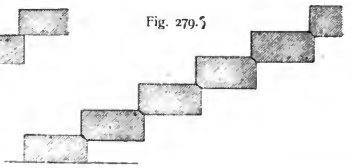


Fig. 280.

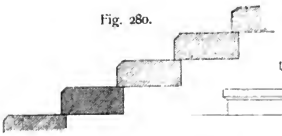


Fig. 281.

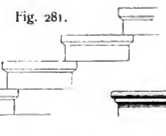


Fig. 282.

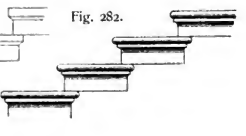


Fig. 283.

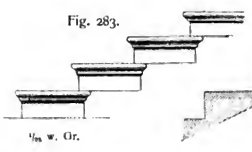


Fig. 284.

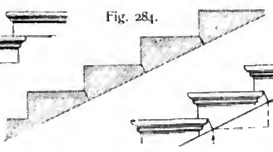
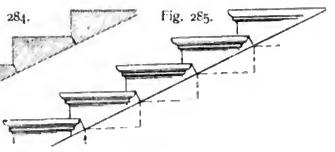


Fig. 285.



1/100 w. Gr.

Bei größeren Treppenbreiten iſt es nötig, die Stufen aus mehreren Stücken zuſammenzuſetzen und ihre Stöße durch Bogen oder volles Mauerwerk zu unterſtützen (Fig. 276 u. 277). Um zu verhüten, daß die einzelnen Stufenſtücke ſich gegeneinander verſchieben, werden ſie häufig durch eiſerne Klammern verbunden; letztere werden, des beſſeren Ausſehens wegen, verborgen angebracht. Doch roſten ſolche Klammern und rufen dadurch mancherlei Mißſtände hervor. Deshalb hat man ſie wohl auch weggelaſſen und hat nach Fig. 277 ſchwalbenſchwanzförmige Binderſtücke angeordnet, welche weit nach rückwärts fortgeſetzt und in das Auflagermauerwerk eingebunden ſind. Hierbei entſtehen auf den Trittſtufen ſchräg gelegene Stoßfugen, was auch nicht gut ausſieht. Deshalb hat *Warth* an der Freitreppe vor dem Kollegienhaus der Straßburger Univerſität die ſchwalbenſchwanz-

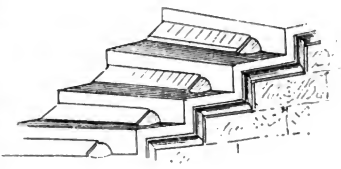
Digitized by Google

förmigen Stücke unter der Stoßfuge angeordnet und die darüber liegenden Stufenſtücke durch Falzung miteinander verbunden[220]).

Seitlich finden die Treppenſtufen ihr Auflager in (Fig. 276) oder auf den Wangen (Fig. 277), in welche ſie entweder einige Centimeter tief eingreifen oder auf denen ſie durch Dübel, bezw. Klammern gehalten werden müſſen.

Von Wichtigkeit iſt, daß dieſe tragenden Mauerkörper völlig geſicherte Fundamente haben, daß die Aufſtandflächen der letzteren ſich in froſtfreier Tiefe befinden und daß dieſe Fundamente gleichzeitig mit den Fundamenten der ſich daran anſchließenden Gebäudemauern aufgeführt werden. Wenn dieſe Vorſichtsmaßregeln nicht eingehalten werden, ſo löſt ſich meiſtens die Freitreppe von dem betreffenden Gebäude ab. Die unterſte Stufe einer Freitreppe wird in der Regel auf ein durchgehendes Mauerfundament gelagert und greift auch mit einem kleinen Teile ihrer Höhe in den Boden ein.

Fig. 286.



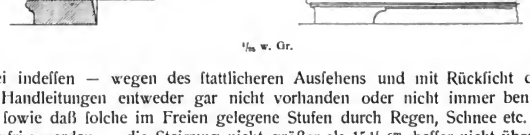
Um die gegenſeitige Lage der Stufen zu ſichern, empfiehlt es ſich, namentlich bei kleineren Längen derſelben, ſie durch Verfalzung ineinander greifen zu laſſen (Fig. 278). Ferner iſt der Waſſerabfluß zu berückſichtigen, und es iſt zweckmäßig, die Stufen und die Platten der Ruheplätze mit einer ſchwachen Neigung nach vorn zu verſehen.

Die Stufen ganz mit Erde zu unterſtopfen, iſt nicht zu empfehlen, weil ſie ſich alsdann im Frühjahr etc. leicht heben.

Hinſichtlich der Auftritts- und Steigungsverhältniſſe kann auch bei Freitreppen die allgemeine Regel gelten:

2 Steigungen + 1 Auftritt = 63 Centim.,

Fig. 287.



1/50 w. Gr.

wobei indeſſen — wegen des ſtattlicheren Ausſehens und mit Rückſicht darauf, daß Handleitungen entweder gar nicht vorhanden oder nicht immer benutzbar ſind, ſowie daß ſolche im Freien gelegene Stufen durch Regen, Schnee etc. leicht ſchlüpfrig werden — die Steigung nicht größer als $15^1/_2$ cm, beſſer nicht über 14 cm, der Auftritt hiernach zwiſchen 35 bis 31 cm angenommen werden ſollte.

Die Profilierung der Stufen kann je nach der beabſichtigten Wirkung ſehr verſchiedenartig durchgeführt werden, wie Fig. 278 bis 285 beweiſen. Sind die Stufen von unten nicht ſichtbar, was meiſtens der Fall ſein wird, ſo braucht eine

[220]) Siehe hierüber: Breymann, G. A. Allgemeine Baukonſtruktionslehre etc. Pd. I. 6. Aufl. Leipzig 1896. S. 287.

Digitized by Google

regelrechte Bearbeitung derſelben an der Unterſeite nicht einzutreten; im anderen Falle können ſie von unten bearbeitet werden, wie Fig. 281 bis 283 angeben, oder ſie können nach einer geraden Linie abgeglichen werden, wie Fig. 284 u. 285 zeigen, oder man kann auch eine Brechung der Kanten einführen (Fig. 286), wobei das Auflager der Stufen auf den Wangen, bezw. in der Wand durch ein abgetrepptes vortretendes Profil vergrößert werden kann.

In Fällen, wo die Freitreppe die darunter liegenden Räume verdunkeln würde, kann eine ſchlitzartige Durchbrechung der Stufen ſtattfinden, wie in Fig. 287 angegeben.

173. Wangen und Geländer.

2) Wangen und Geländer. Hinſichtlich dieſer Teile kann auf das vorhergehende Kapitel (Art. 166 u. 167, S. 199 u. 201), ſowie auf Teil III, Bd. 2, Heft 2 (Abt. III, Abſchn. 1, C, Kap. über „Brüſtungen und Geländer“) verwieſen werden.

b) Äußere Rampen.

174. Zweck.

Unter Rampenanlagen ſind die vor Portalen, Gebäudeeingängen etc. liegenden Bodenaufſchüttungen zu verſtehen, welche, von der Straßenhöhe aus bis zur Fußbodenhöhe des Erdgeſchoſſes allmählich anſteigend, eine unmittelbare Vor-, bezw. Unterfahrt von Kutſchen etc. geſtatten. Sie werden wohl auch, zum Unterſchiede von den „inneren Rampen“ „äußere“ Rampen genannt[321]).

Vor Bauwerken von größerer Bedeutung werden die Rampen häufig mit gedeckten Unterfahrten in Verbindung gebracht, damit die Perſonen, welche in den Gebäuden verkehren, in die Wagen ein- und ausſteigen können, ohne von Wind und Wetter beläſtigt zu werden. Beſonders wichtig iſt die Anlage derartiger, oft auch ſeitlich geſchloſſener Unterfahrten bei Theatern, Konzert- und Geſellſchaftshäuſern, da die Beſucher derſelben, beſonders die Damen, bei dem großen Temperaturunterſchiede, welcher zwiſchen den heißen, mit Menſchen angefüllten Sälen und der Straßenluft beſteht, ſich ſonſt leicht Erkältungen ausſetzen würden.

175. Anordnung.

Die Anordnung der Rampen wird ſich vorzugsweiſe nach dem zur Verfügung ſtehenden Raume vor dem Gebäude, ferner aber auch nach der Geſtalt des Platzes und der Richtung der anſchließenden Straßen zu richten haben. Dies gilt namentlich von dem unteren Teile der Rampen, welcher allmählich in die Richtung der Straßen überleiten ſoll und zu dieſem Zwecke gewöhnlich unten eine Verbreiterung erfährt. Nur da, wo die Hauptverkehrsrichtung parallel zum Gebäude ſtattfindet und für eine Verbreiterung der Rampe der Platz nicht vorhanden iſt, kann die Fahrbahn derſelben von unten an gleich breit und parallel zur Faſſade angelegt werden. Iſt dagegen der Verkehr mehr ſenkrecht auf die Gebäudefläche gerichtet oder kommen neben dieſer noch andere Richtungen in Betracht, ſo wird man zu einer einfach oder doppelt geſchweiften Begrenzung der Rampenwangen übergehen müſſen (Fig. 290 bis 295). Dasſelbe iſt der Fall, wenn die Auffahrt zurückliegend, zwiſchen zwei vorſpringenden Gebäudeflügeln, angeordnet werden ſoll. Sehr intereſſante Ausbildungen ſtark geſchweifter Rampen und Unterfahrten zeigen die Beiſpiele in Fig. 294 u. 295[322]), erſteres vom Stadttheater in Wien (Arch.: *Fellner*), letzteres von der großen Oper in Paris (Arch.: *Garnier*).

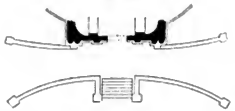
Bei Monumentalbauten, deren Haupteingängen Rampen mit Unterfahrten vorgelegt ſind, wird der ſtattliche Eindruck der Faſſade noch weſentlich gehoben

[321]) Siehe über dieſe Teil III, Band 3, Heft 2 (Abt. IV, Abſchn. 2, A) dieſes „Handbuches“.

[322]) Nach: Bosc, E. *Dictionnaire raiſonné d'architecture etc.* Paris 1876–80.

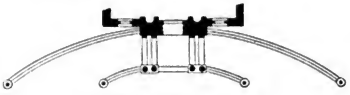
Digitized by Google

Fig. 288.



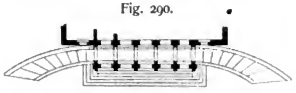
Vom *Lipfius*'schen Entwurf für das deutsche Reichstagshaus. – 1/1000 w. Gr.

Fig. 289.



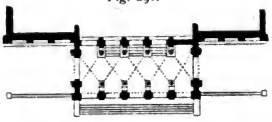
Vom Ständehaus zu Hannover. 1/500 w. Gr.

Fig. 290.



Vom *Ende & Böckmann*'schen Entwurf für das deutsche Reichstagshaus. 1/1000 w. Gr.

Fig. 291.

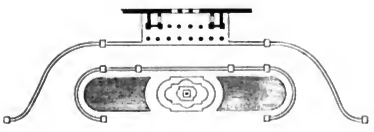


Vom alten Hoftheater zu Dresden. 1/500 w. Gr.

Fig. 292.

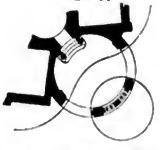
Vom Volkstheater zu Budapest. — 1/550 w. Gr.

Fig. 293.



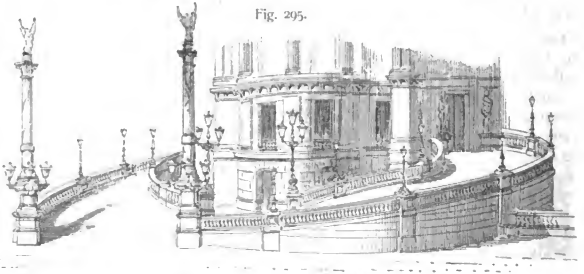
Vom Parlamentshaus zu Wien. 1/1000 w. Gr.

Fig. 294.



Vom Stadttheater zu Wien. 1/600 w. Gr.

Fig. 295.



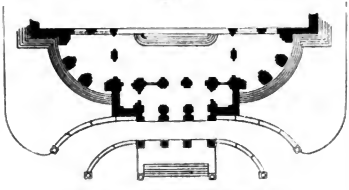
Von der großen Oper zu Paris [322]).

Rampenanlagen.

Digitized by Google

durch Verbindung der Rampe mit einer Freitreppe für Fußgänger, welche die Vorhalle auf dem kürzeften Wege erreichen wollen, eine Anlage, welche vor vielen der neueren Theater, z. B. dem Hoftheater in Hannover, dem neuen Opernhaufe in Frankfurt a. M. (Fig. 296), dem Volkstheater in Budapeft (Fig. 292) u. a. O. vorkommt. (Siehe auch Art. 170, S. 216 und Teil IV, Halbbd. 1 dieſes „Handbuches“, Abſchn. 5, Kap. 1, a, 2: Vorhallen, Eingänge und Torwege.)

Fig. 296.

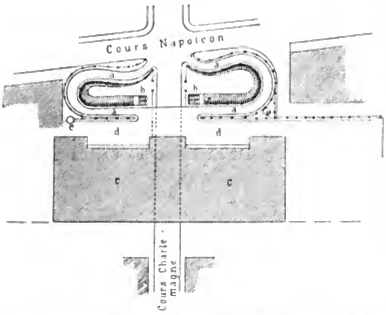


Vom Opernhaus zu Frankfurt a. M.
1/200 w. Gr.

Eine derartige Verbindung von Rampe und Treppe iſt aber gerade bei Theatern dann bedenklich, wenn der Verkehr für Wagen und Fußgänger an einer Stelle vereinigt werden muß, ſo daß die letzteren genötigt ſind, den Verkehr der Wagen zu kreuzen; es empfiehlt ſich daher dringend für Fußgänger noch beſondere Ausgänge anzulegen. Eine derartige, ſehr geſchickte Anordnung zeigt das von *Lucae* erbaute neue Opernhaus in Frankfurt a. M., an welchem dieſe Ausgänge für Fußgänger in Viertelkreisbogen verteilt ſind, welche ſich zwiſchen den Hauptvorbau und die Seitenriſalite einſchieben, ein Motiv, welches auch im oberen Geſchoß in der inneren Durchbildung auf das glücklichſte verwertet wurde.

Schließlich ſei hier noch einer ſtattlichen Rampenanlage Erwähnung getan, welche ſich in Lyon findet und welche zugleich als Beiſpiel dienen mag, wie derartige Aufgaben zu behandeln ſind (Fig. 297). Die Rampe hat den Zweck, das hochliegende Stationsgebäude der Station *Lyon-Perrache* der Paris-Lyon-Mittelmeer-Eiſenbahn mit der tiefer liegenden *Place Napoléon*, bezw. der Stadt Lyon in Verbindung zu ſetzen. Die Höhe des Vorplatzes *d* vor dem Stationsgebäude *c* über der Straße *Cours Napoléon* iſt eine ſehr beträchtliche, da eine andere Straße *Cours Charlemagne* mitten unter dem Stationsgebäude hindurchgeführt iſt. Damit das Publikum nicht nötig hat, den großen Umweg, welcher durch die Rampenanlage *a* bedingt wird, zu machen, ſind in *b* zwei Treppen angelegt, welche unmittelbar hinaufführen. In *e* befinden ſich Piſſoirs. — Über Straßenrampen und Rampenſtraßen iſt übrigens in Teil IV, Halbband 9 (Abſchn. 2, Kap. 4, unter b) Näheres zu finden.

Fig. 297.



Vom Empfangsgebäude der Paris-Lyon-Mittelmeer-Eiſenbahn zu Lyon.

Eine fernere ſehr ſtattliche Rampenanlage befindet ſich vor dem Juſtizpalaſt in Brüſſel.

176. Konſtruktion.

Die Längenabmeſſungen der Rampen hängen vom verfügbaren Platze, von der Höhenlage des Erdgeſchoßfußbodens über dem Straßenpflaſter und von der Bedeutung des Gebäudes ab, ſo daß ſich hierüber nicht gut allgemeine Regeln feſtſtellen laſſen. Die Neigung wird im Mittel zu 1 : 15 angenommen werden können; doch wird man in vielen Fällen, namentlich bei ganz frei liegenden Gebäuden, bis 1 : 20, wenn dagegen der Raum ſehr beſchränkt iſt, bis 1 : 12 gehen.

Digitized by Google

Die Fahrbahn der Rampe ift mindeftens zu 2,60 m Breite anzunehmen; indeffen empfiehlt fich, namentlich bei fehlenden feitlichen Fußwegen (wo alfo die Fahrbahn nur durch fchmale Bordfteine begrenzt wird), eine größere Breite. Vor dem Eingange ift eine wagrechte Fläche von mindeftens 3, beffer 5 m Länge einzulegen; im letzteren Falle finden auch die zum Stehen gekommenen Pferde auf diefer wagrechten Ebene Platz.

Die Oberfläche der Rampen muß eine für das Befahren geeignete Befeftigung, welche auch zur Schmutzbildung tunlichft wenig Anlaß gibt, erhalten. Eine Bekiefung wird nur für leichtere Wagen und wenig befahrene Rampen genügen; eine Chauffierung ift zwar widerftandsfähiger, allein nur fchwer ftaub- und fchmutzfrei zu erhalten. Eine Pflafterung ift von diefen Übelftänden frei und empfiehlt fich namentlich für fehr fteile Rampen, auf denen fchwereres Fuhrwerk verkehrt; fie hat indes den Nachteil, daß beim Befahren derfelben ftarkes Geräufch entfteht. Wo man auf tunlichfte Geräufchlofigkeit zu fehen hat, muß Stampfafphalt oder Holzpflafterung in Anwendung kommen. Über Konftruktion und Ausführung diefer verfchiedenen Befeftigungsweifen ift im nächften Abfchnitt (Kap. 1) das Erforderliche aufgenommen.

Als befonderen Schmuck, vorzüglich für die Anfangspfeiler einer Baluftrade, empfiehlt fich das Aufftellen von Kandelabern, welche die Auffahrt beleuchten und zugleich den Anfang derfelben in wirkungsvoller Weife betonen.

177. Seitlicher Abfchluß.

Um zu verhüten, daß die Rampenaufchüttung die Räume des Kellergefchoffes zu fehr verdunkele, fowie zur Verhütung des Eindringens der Erdfeuchtigkeit ift diefelbe etwa 50 bis 60 cm von der aufgehenden Gebäudemauer abzurücken.

Die äußere Begrenzung der Rampe kann fich fehr verfchiedenartig geftalten, infofern die Fahrbahn entweder nur durch etwas höhere Bordfteine, bezw. niedrige Mauern, welche der Rampenneigung folgen, oder durch terraffenförmig abgetreppte Mauern, oder endlich durch Baluftraden und andere Geländer abgefchloffen werden kann.

Ift Gefahr vorhanden, daß die Fußgänger von den Wagen bedrängt werden, alfo insbefondere bei fchmalen Rampen, fo ziehe man ein niedriges (70 bis 80 cm hohes), mit Platten abgedecktes Abfchlußmäuerchen einer hohen Brüftung vor, weil im erfteren Falle bedrängte Perfonen auf der Abdeckung des Mäuerchens Schutz finden können. Geftatten es der verfügbare Raum und die vorhandenen Geldmittel, fo kann man auf der Rampe neben der Fahrbahn auch einen erhöhten Fußweg anlegen.

Digitized by Google

3. Abfchnitt.
Bürgerfteige und Hofflächen, Vordächer und Kühlanlagen.

1. Kapitel.
Befeftigung der Bürgerfteige und Hofflächen.

Von E. SPILLNER.

Für die vor den Gebäuden anzulegenden Bürgerfteige, Gangfteige oder Trottoire und für die Hofflächen werden im allgemeinen diefelben Befeftigungsmaterialien angewendet, weshalb fie in nachfolgendem gemeinfchaftlich behandelt werden können. Nur hat bei den erfteren der Architekt nicht völlige Freiheit, da er, felbft wenn Material und Befeftigungsweife freigeftellt find, eine Anzahl baupolizeilicher Vorfchriften zu beobachten hat.

a) Bürgerfteige.

178. Breite und Höhenlage.

Die Breite der Bürgerfteige — in ftädtifchen Straßen werden in der Regel je zwei angelegt — wird fich nach der Straßenbreite richten müffen. In Paris fchwankt die Breite zwifchen 0,75 und 8,00 m; in Berlin „Unter den Linden“ beträgt fie 7,50 m, in der „Sieges-Allee“ daſelbſt 8,40 m.

In der Regel nimmt man ein Fünftel bis ein Viertel der ganzen Straßenbreite für je einen Bürgerfteig.

Der Bürgerfteig follte ftets höher als die Straße angelegt werden, wobei man denfelben mit Bordfteinen einzufaffen hat. Häufig werden letztere von der Stadtverwaltung fertiggeftellt, fo daß dadurch dem Hausbefitzer bereits die Höhenlage genau vorgefchrieben ift. Für die Abführung des Tagwaffers der Straße muß neben dem Bordftein eine Rinne, Straßenrinne, Floßrinne, Goffe, Rinnftein genannt, angelegt werden. Die Bordfteine künftlich zur Rinne auszuarbeiten, kann nicht empfohlen werden, da fie durch ein hineingeratenes Wagenrad leicht aus der richtigen Lage kommen. Bei Plattentrottoiren läßt man wohl auch die Platten über den Rinnftein übergreifen, alfo ohne Bordftein, was aber felbftverftändlich nur bei fehr fchweren Platten zuläffig ift; dadurch wird etwas an Bürgerfteigbreite gewonnen. Bei fchmaler Fahrftraße ift diefe Anordnung nicht zu empfehlen, weil die Platten gegen den Stoß der Räder nicht genügend gefichert find.

Digitized by Google

179. Gefälle.

Das Längengefälle des Bürgerſteiges wird in der Regel daſſelbe wie das der Straßenkrone ſein, wobei man für Toreinfahrten keine Ausnahme macht. Iſt das Längengefälle der Straße zur Abführung des Tagwaſſers nicht genügend, ſo muß das Gerinne ein ſtärkeres Gefälle erhalten, und zwar bei Bruchſteinen, je nach der Glätte derſelben, $^1/_{300}$ bis $^1/_{150}$, bei Klinkern oder Werkſteinen $^1/_{500}$.

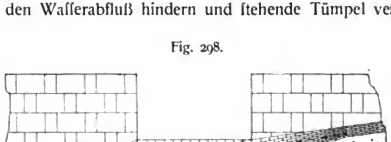
Stufenartige Abſätze im Bürgerſteige ſind zu vermeiden.

Das Seiten- oder Quergefälle innerhalb ſtädtiſcher Straßen (außerhalb der Städte wird man den Bürgerſteig lieber nach zwei Seiten entwäſſern) beträgt je nach der Größe des Längengefälles 1 : 40 bis 1 : 25. Bei glattem und undurchläſſigem Material kann man es flacher nehmen als bei rauhem und durchläſſigem, jedoch nicht geringer als 1 : 40, da anderenfalls ganz geringe Unregelmäßigkeiten der Oberfläche den Waſſerabfluß hindern und ſtehende Tümpel veranlaſſen.

180. Toreinfahrten.

Für die Toreinfahrten werden ſelbſt in größeren Städten noch häufig Einſchnitte in den Bürgerſteig gemacht, beiderſeitig mit einer Stufe eingefaßt. Dies iſt für den Verkehr ſehr ſtörend. Wir geben daher in Fig. 298 eine normale Anordnung, bei welcher die Bordſteine vor der Einfahrt tiefer gelegt und flach abgekantet ſind, während von der Mitte des Bürgerſteiges an bis zum Gebäude an der tiefer gelegenen Seite eine Rampe ſich bildet. In Straßen mit geringer Steigung verſchwindet dieſelbe. In einem ſolchen Falle ſucht man die Steigung von der geſenkten Bordkante bis zur Bürgerſteighöhe möglichſt kurz zu machen, etwa mit einem Gefälle von 1 : 6 bis 1 : 5, damit der größere Teil der Bürgerſteigbreite unverändert bleibe.

Fig. 298.



Längen $^1/_{100}$, Höhen $^1/_{50}$ w. Gr.

Die ſeitlichen Aurampungen werden mit einem Gefälle von höchſtens 1 : 20 angelegt.

181. Bürgerſteige.

Die Bordſteine, auch Rand-, Wand-, Backen- oder Leiſtenſteine genannt, erhalten in ihrer Oberfläche ein Quergefälle, welches dem mittleren Quergefälle des zugehörigen Bürgerſteiges entſpricht.

Der Fußweg iſt gegen den Bordſtein um 4 bis 5 mm erhöht (Fig. 302), niemals vertieft anzulegen. Eine Überhöhung von 5 bis 10 mm, wie ſie manchmal vorgeſchrieben wird, iſt zu viel, da alsdann der Bordſtein nicht mehr zur Breite des Bürgerſteiges gerechnet werden kann.

Paſſende Abmeſſungen ſind 23 cm Breite auf 30 cm Höhe; bei geringerer Höhe bietet er dem Drucke des Straßenpflaſters nicht genug Widerſtand dar[228]).

Als Material für Bordſteine ſind in erſter Linie Granit und Baſaltlava zu empfehlen, ferner auch harter Sandſtein und Kalkſtein, jedoch letzterer nicht an den Straßenecken, wo die Abnutzung durch das Fuhrwerk eine ſehr große iſt.

Häufig findet man die Bordſteine durch Ankerſteine gehalten, welche vorn ſchwalbenſchwanzförmig ausgearbeitet ſind (Fig. 299). Dieſes Verfahren iſt koſtſpielig. Billiger und beſſer iſt es, die Werkſtücke an den Stößen mit gerad-

[228]) Andere Abmeſſungen: Berlin: mindeſtens 25 × 30 cm; die Vorderfläche iſt 15 cm breit, von oben derartig abzuſchrägen, daß die obere Kante 4 cm breit aus dem Lote zurücktritt. – Cöln: 24 × 26 und 30 × 26 cm; Länge der Stücke 0,80 bis 1,50 m. – Bonn: 16 × 30 cm.

Digitized by Google

Fig. 299.

1/50 w. Gr.

Fig. 300.

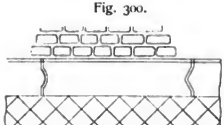
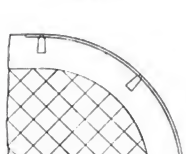


Fig. 301.



linigem oder kreisförmigem Zahne ineinander greifen zu laſſen (Fig. 300) und auf ein Backſteinfundament zu legen, welches bei einigermaßen gutem Baugrund mit 2 Stein Länge und Breite, ſowie 3 Stein Höhe genügend iſt. Wichtig iſt es, die Steine auf ihre freitragende Länge gut zu unterſtopfen, da ſonſt der Bürgerſteig bald Einſenkungen zeigt.

Aus dieſem Grunde hat man bei beſonders vorſichtiger Ausführung die Untermauerung der Stöße auf die ganze Länge der Bordſchwelle ausgedehnt und damit die ſo leicht eintretenden Nachſackungen des Belages längs des Bordſteines glücklich vermieden. Anſtatt der durchgehenden Ziegeluntermauerung verwendet man auch eine 25 cm breite und 15 cm hohe Schicht von Beton[324]).

Fig. 302.

1/50 w. Gr.

An Straßenecken, ſowie an Stellen, wo die Straße eine ſtarke Biegung macht, ſind die Bordſteine in ſanfter Kurve zu verlegen. Für dieſe Punkte iſt das härteſte Material erforderlich. Steht ſolches nicht zu Gebote, ſo iſt eine Flachſchiene bündig einzulegen, welche durch eingelaſſene, in Blei vergoſſene Halter befeſtigt wird (Fig. 301).

Das Gerinne bildete man früher durch ein bis drei parallele, vertiefte Pflaſterſtreifen (Fig. 300); neuerdings läßt man in der Regel die Wölbung der Fahrbahn unmittelbar gegen den Bordſtein ſtoßen (Fig. 302).

Die Tiefe der Rinne beträgt alsdann 13 bis 15 cm; an den Übergängen der Straßenecken wird ſie zweckmäßig auf 8 bis 9 cm, vor den Toreinfahrten auf 6 bis 7 cm verringert.

182. Natürliche Materialien.

Bezüglich des Materials für die Bürgerſteigflächen hat man eine ſehr große Auswahl, falls nicht beſtimmte polizeiliche Vorſchriften beſtehen. Pflaſter aus unbearbeiteten Feldſteinen empfiehlt ſich nicht; hingegen wird Bürgerſteigpflaſter aus gut bearbeitetem Granit, Porphyr, Baſalt und Grauwacke vielfach ausgeführt und bewährt ſich bei ſtarkem Verkehre recht gut[325]). Zum beſten in dieſer Art gehören die belgiſchen *Platines*, nach der Schablone bearbeitete Pflaſterſteine aus hartem Kohlenſandſtein. In den belgiſchen Städten, welche ſich bekanntlich durch ihre vorzüglichen Pflaſterarbeiten auszeichnen, wird dieſe Art ſehr viel angewendet, ebenſo in rheiniſchen Städten. Sie hat mit den anderen Bürgerſteigpflaſterungen den Vorzug gemeinſam, im Winter nicht glatt zu werden, zeigt

[324]) Berlin: Die Untermauerung der Bordſchwellen hat 4 Schichten hoch, 1 Stein ſtark, mit Klinkern in Zementmörtel ſtattzufinden.

[325]) Über die Abnutzbarkeit hat die Königl. Prüfungsſtation für Baumaterialien in Berlin Verſuche angeſtellt. – Siehe darüber: Centralbl. d. Bauverw. 1891, S. 315.

Digitized by Google

ſich aber wegen der kleinen Kopffläche der *Platines*, welche meiſt nur 10 bis 12 cm Seitenlänge haben, ſehr eben, geſtattet auch ein leichtes Ausbeſſern, deſſen Aufbruchſtellen nachher nicht ſichtbar ſind. Die Dauerhaftigkeit iſt eine außerordentliche. Beſchädigen beim Aufhacken von Eis und Schnee, unter der beſonders Aſphalt- und Zementbelag leiden, kommt nicht vor (Fig. 300 u. 301 [326]).

Ein äußerſt angenehmes Material für nicht zu ſtark begangene Bürgerſteige bilden die Moſaikſteinchen von Marmor, Porphyr, Grauwacke, Sand- und Kalkſtein. Wo es in erſter Linie darauf ankommt, eine möglichſt trockene Oberfläche zu erzielen, alſo in Promenaden- und Villenſtraßen, iſt dieſe Art allen anderen vorzuziehen, da ſie wegen ihrer zahlreichen Fugen das Tagwaſſer am ſchnellſten durchläßt, ohne jemals glatt zu werden. Bei mehrfarbigem Material laſſen ſich mit Leichtigkeit hübſche Muſter legen. Die Sandbettung wählt man 8 cm ſtark, die Steinchen 65 bis 70 mm hoch, die ebenen Köpfe nicht unter 40 mm breit und nicht über 70 mm lang. Paſſende Materialien hierfür ſind: Porphyr, harter Sandſtein und Granit.

Plattenbeläge für Bürgerſteige erſtrecken ſich entweder über die ganze Breite derſelben, oder innerhalb der Pflaſterung wird eine Plattenbahn angelegt. Letztere wird man ſo breit machen, daß darauf zwei Perſonen bequem nebeneinander gehen können. Um anderen Perſonen nach beiden Seiten ausweichen zu können, legt man ſie nicht an den Bordſtein, ſondern etwa 1 m oder mehr von der Bordkante entfernt. Iſt äußerſte Sparſamkeit geboten, ſo ordnet man auch wohl zwei ſchmale Bahnen von 30 bis 40 cm Breite an, die Außenkanten 1,20 m voneinander entfernt, zwiſchen den Platten einen Pflaſterſtreifen von 40 bis 50 cm. Die Verwendung eines 25 bis 30 cm breiten Bordſteines als Bürgerſteig, wie dies in einigen ſchleswig-holſteiniſchen Städten noch zu finden iſt, erwähnen wir nur der Vollſtändigkeit halber; hier hat der Fußgänger, zu deſſen rechter Hand ſich der Rinnſtein befindet, das Bordrecht, d. h. der Entgegenkommende muß auf das Pflaſter ausweichen [327]).

Gehen wir von der Sicherheit gegen Gleiten aus, ſo iſt eines der beſten Plattenmaterialien die Baſaltlava, vor allen anderen Arten die Niedermendiger und Hanebacher. Dieſer Stein nutzt ſich verhältnismäßig wenig ab und wird nicht glatt. Allerdings müſſen wir hierbei bemerken, daß die Vorzüge nur von dem aus guten Lagen gewonnenen Material zu rühmen ſind, während man in rheiniſchen Städten vielfach ganz ausgelaufene Platten findet [328]).

Von natürlichen Platten kommt dem Baſalt am nächſten der Trachyt und der Granit, vor allen anderen der ſchleſiſche Granit [329]); doch tritt bei dieſen ſchon leichter ein Glattwerden ein, weshalb man ſie in Straßen mit ſtarkem Gefälle nicht verwendet. Sandſteinplatten haben dieſen Fehler in der Regel weniger, laufen ſich aber meiſtens ſchnell aus. Als die beſten darunter ſind die Weſerplatten hervorzuheben. Am ſchlimmſten finden ſich beide Fehler beim Kalkſtein vertreten, ebenſo auch beim ſchleſiſchen Marmor.

183. Künſtliche Materialien.

Künſtliche Materialien für Bürgerſteige werden in Form von Pflaſterſteinen, Platten und als Gußbelag angewendet. Unter den erſteren nennen wir wegen

[326]) Bezogen werden dieſe Steine von Lüttich und Montzen bei Verviers.

[327]) Berlin: Längs der Bordſchwelle iſt unter allen Umſtänden ein Streifen Moſaikpflaſter von mindeſtens 0,30 m Breite herzuſtellen.

[328]) In Cöln iſt man deshalb von der Verwendung von Baſaltlava faſt gänzlich zurückgekommen.

[329]) Berlin: Bürgerſteige unter oder von 2 m Breite ſind ganz mit Granitplatten zu belegen. Solche von mehr als 2 m Breite erhalten in der Mitte eine wenigſtens 2 m breite Granitbahn. (Vorſchrift von 1873.) Neben derſelben einerſeits bis zur Hauptfront, andererſeits bis zur Bordſchwelle wird Moſaikpflaſter gelegt.

Digitized by Google

feiner großen Verbreitung das Klinkerpflaſter, gebildet aus hart gebrannten, hell klingenden Backſteinen, meiſtens im Format $11 \times 23 \times 5\frac{1}{4}$ cm. Diefelben dürfen weder krumm, noch windſchief ſein, keine Blaſen und Riſſe zeigen, ſollen nicht eigentlich verglaſt, aber bis in das Innere hart gebacken ſein. Als Bord hierfür werden wohl auch Klinker genommen; beſſer aber halten ſich Hauſteine. Die Klinkerbürgerſteige ſind angenehm zu begehen, werden wenig glatt, ſind billig in der Anlage und erfordern nicht häufig Ausbeſſerungen.

Sehr empfohlen wurden früher Pflaſterſteine aus Hochofenſchlacken, ſog. *Iron bricks*, aus zerkleinerter Schlacke mit Lehm oder Ton als Bindemittel hergeſtellt und dann bis zur Sinterung gebrannt. Das gebräuchliche Format iſt $31 \times 15 \times 6$ cm. Von demſelben Material werden auch Bord- und Goſſenſteine angefertigt. Größere Verbreitung ſcheinen ſie wegen ihrer Glätte nicht gefunden zu haben[330]).

Von künſtlichen Platten verdienen zuerſt die Mettlacher Tonflieſen genannt zu werden. Sie zeigen in der Bruchfläche ein durchaus ſcharfkörniges und äußerſt gleichmäßiges Gefüge. Taucht man ſie in kochendes Waſſer, ſo nehmen ſie keine Feuchtigkeit an, ein Beweis, daß ſie äußerſt wetterbeſtändig ſind. Zu Bürgerſteigen ſind nur ſolche zu verwenden, deren Oberfläche gerippt oder mit gekreuzten Fugen verſehen iſt, in denen das Waſſer ablaufen kann. Der Verbreitung derſelben ſteht bis jetzt der zu hohe Preis entgegen[331]); auch ſind Ausbeſſerungen ſchwierig und koſtſpielig.

In der Qualität ſehr nahe ſtehen die in Sinzig, Saarbrücken u. a. O. erzeugten Flieſen; auch die in München und anderen bayeriſchen Städten angewandten Plättchen aus Großheſſelohe verdienen Erwähnung[332]).

Sehr verſchieden an Brauchbarkeit ſind die Zementgußplatten, welche ſich oft leicht ablaufen und glatt werden, auch leicht brechen. Beim Ankauf derſelben hat man ſich nach dem Rufe der Fabrik zu erkundigen[333]). In den Hamburger Promenaden haben ſie ſich gut bewährt. Sie werden in den Formaten 30×30, 40×40 und 50×50 cm mit 6 bis 8 cm Dicke gegoſſen, beſtehen aus 1 Teil Portlandzement und 4 Teilen gewaſchenem Kies. Werden ſie in zwei Schichten gegoſſen, ſo wird für die untere das Verhältnis 1:4, für die obere 1:2 genommen. Die Verwendung darf erſt nach 10 bis 12 Monaten geſchehen, da erſt dann vollſtändiges Erhärten eingetreten iſt.

Gleiches gilt zum Teile vom Zementgußbelag, welcher ſich leicht abnutzt, häufig riſſig wird und ſchwer auszubeſſern iſt. In Frankreich, am Mittelrhein etc. hat ſich in den letzten Jahren eine neue Technik für Zementtrottoire auf Betonunterlage ausgebildet, welche die erwähnten Übelſtände in weit geringerem Maße aufweiſt, ſo daß in Frankfurt a. M. etc. derlei Zementbeläge die Aſphalttrottoire allmählich verdrängen. Hierzu mag allerdings der geringe Preis mit beitragen. Das Gleiche iſt in Bonn der Fall, während in Cöln und anderen Städten ſehr ungünſtige Erfahrungen vorliegen. In Landau (Pfalz) hat man *Monier*-Beton angewendet[334]). In Städten, welche unter Bodenſenkungen zu leiden haben, iſt Betonbelag nicht zu empfehlen.

Granitoidflieſen von *Peter Jantzen* in Elbing finden von dort aus ſeit 1879 immer größere Verbreitung; ſo werden ſie in Aachen ſeit 1889 in beſſeren Straßen ſtetig verwendet.

[330]) Zu beziehen von *Janſſen* in Weſel.
[331]) Preis im Rheinland: 8 bis 9 Mark.
[332]) Siehe auch Teil I, Band 1, erſte Hälfte (Abt. I, Abſchn. 1, Kap. 2: Tonerzeugniſſe) dieſes „Handbuches“.
[333]) Siehe ebendaſ.
[334]) Siehe: Deutſche Bauz. 1892, S. 547.

Digitized by Google

Granitfindlinge werden zunächſt zerſchlagen, dann auf Brechmaſchinen gebrochen und durch Sieben nach der Größe ſortiert. Unter Zuſatz von Zement werden 5 cm ſtarke Platten geformt und dieſe einem Drucke bis 300 kg auf 1 qcm ausgeſetzt. Schließlich werden ſie geſchliffen; das Verlegen erfolgt auf einer mageren Betonſchicht.

Da dieſe Platten meſſerſcharfe Kanten haben, ſo läßt ſich ein ſehr ſauberer Belag herſtellen, der infolge der natürlichen Härte des Granits ſich nur wenig abnutzt. Im gegebenen Falle hat man es in der Hand, durch Verwendung ſehr harten Granits (der Hornblende enthaltende ſchwarze und der quarzhaltige helle ſind am härteſten) entſprechend harte Platten herzuſtellen; doch ſtellt ſich bei dieſen im Winter eine geringe Glätte ein, die den weniger harten Platten fehlt. Die 30 bis 40 cm im Quadrat großen Platten werden am beſten diagonal gelegt, was durch fünfeckige Randplatten ermöglicht wird.

Seit 10 bis 15 Jahren kommt in Deutſchland auch das in Amerika viel verbreitete Holzpflaſter mehr in Aufnahme, vorläufig allerdings mehr für Fahrbahnen, da andere Bürgerſteigarten ſich weſentlich billiger ſtellen. Wird daſſelbe auf einer Betonunterlage ausgeführt, welche mit einer Aſphaltlage abgeglichen iſt, und werden auch die Fugen mit Aſphalt ausgegoſſen, ſo iſt weder eine Feuergefährlichkeit, noch bei genügendem Quergefälle eine ſchnelle Fäulnis zu befürchten. Daß ſich die früheren Holzbürgerſteige in Deutſchland (z. B. in der Breiten Straße zu Potsdam) ſo ſchlecht bewährten, lag lediglich darin, daß die Klötze unmittelbar in die Erde oder auf Bohlen geſetzt waren.

Eiſerne Bürgerſteigbeläge ſind hier und da in Deutſchland und Öſterreich verſuchsweiſe, auch in New-York, mehrfach ausgeführt worden. Bei der geringen Belaſtung, welche die Bürgerſteige aufzunehmen haben, dürfte für die Einführung dieſer Konſtruktion zunächſt ein ſtichhaltiger Grund nicht vorliegen.

Die größte Verbreitung von allen Belagsmaterialien ſcheint der Aſphaltguß zu haben, weil er ein angenehmes, elaſtiſches Begehen gewährt, ſich wenig abnutzt und leicht reinigen läßt, auch ſich verhältnismäßig billig ſtellt. Die demſelben anhaftenden Übelſtände, Weichwerden im Sommer und Glätte im Winter, ſind bei gutem Material und guter Ausführung den Vorzügen gegenüber verſchwindend zu nennen. Empfohlen werden Miſchungen aus *Val-de-Travers-* und *Seyſſel-*Aſphalt mit einem geringen Zuſatz, etwa 10 Vomhundert, Mineralteer; auch Miſchungen aus dem fetten Limmer- und dem mageren Vorwohleraſphalt haben ſich gut bewährt[385]).

Gegner des Aſphaltbelages führen an, daß derſelbe bei lebhaftem Verkehre ſich zu ſchnell abnutze (auf den Fußwegen der Magdeburger Strombrücke jährlich 1,7 mm) und daß die Überwachung der richtigen Miſchung ſchwierig ſei. Ein endgültiges Urteil läßt ſich zur Zeit hierüber noch nicht ſprechen. Bei einem mittleren Stadtverkehre hält ein gut ausgeführter Aſphaltbürgerſteig von 26 bis 30 mm ſtarkem doppelten Belage etwa 12 Jahre. Gerade aus verkehrsreichen Städten, wie Berlin und Cöln, liegen günſtige Urteile vor, während man in anderen Städten, z. B. Aachen, vom Aſphaltbelag gänzlich zurückgekommen iſt[386]).

Komprimierter oder Stampfaſphalt wird wegen ſeines zu hohen Preiſes für Bürgerſteige bisher nur ausnahmsweiſe verwendet. Ein vorzügliches Material bieten, bei richtiger und ſorgfältiger Herſtellung, komprimierte Aſphaltplatten von

[385]) Siehe auch Teil I, Bd. 1, erſte Hälfte (Abt. I, Abſchn. 2, Kap. 3: Aſphalt) dieſes »Handbuches«.

[386]) Vorſchrift für Cöln: Der Aſphaltmaſtix muß aus natürlichem Aſphaltkalkſtein und natürlichem Bergteer (Goudron) beſtehen, beides von beſter Qualität. Der zu verwendende Maſtix muß ſtets in Originalblöcken mit deutlicher Bezeichnung der Firma angeliefert werden. Der natürliche Aſphaltſtein ſoll mindeſtens 7 Vomhundert Bergteer enthalten und zur Herſtellung eines guten Maſtix nicht mehr als weitere 5 bis 10 Vomhundert (des Gewichtes des Aſphaltſteines) Bergteer erfordern. Der ſo hergeſtellte Aſphaltmaſtix muß eine gleichförmige Maſſe bilden und darf in der Kälte weder ſpröde werden, noch in der Sonnenhitze erweichen. Das zur Verwendung kommende Goudron ſoll von der Inſel Trinidad ſein. Daſſelbe muß blank und von ſchwarzer Farbe, bei gewöhnlicher Temperatur elaſtiſch ſein, bei der Handwärme ſich in lange Fäden ziehen laſſen und bei 40 bis 50 Grad C. flüſſig werden. In Terpentinöl muß es ſich auflöſen.

Digitized by Google

25×25^{cm} Größe, deren Stärke für Fußwege mit 3^{cm}, für Toreinfahrten und Straßenübergänge mit 5^{cm} ausreichend bemeſſen iſt.

Rohe, pulveriſierte Aſphalterde wird in rotierenden, über geſchloſſenem Feuer befindlichen Trommeln bis zu einem beſtimmten Grade erhitzt und dann in einer viereckigen Form (25×25^{cm}) durch eine mit Dampfkraft betriebene Preſſe zuſammengepreßt.

Mit ſolchen Platten von *Kahlbetzer* in Deutz und anderen ſind 6000 qm Bahnſteige in den Hallen des Hauptbahnhofes zu Frankfurt a. M. und zahlreiche Bürgerſteige dafelbſt, in Cöln, Mainz, Wiesbaden, Dortmund, Elberfeld u. a. belegt und haben ſich gut bewährt. In gegoſſenen Aſphaltſteigen ſtellt man häufig die Toreinfahrten aus dieſen gepreßten Platten her. Da das Verlegen ohne jedes Bindemittel auf Zementbeton erfolgt, ſo kann es durch jeden Maurer beſorgt werden. Aufbrüche und Ausbeſſerungen ſind leicht zu bewerkſtelligen. Die Fugen, welche bereits nach dem Verlegen kaum ſichtbar ſind, verſchwinden nach kurzer Benutzung vollſtändig.

Löhr'ſche Zementaſphaltplatten (die untere Hälfte aus Zement, die obere aus Stampfaſphalt beſtehend) haben ſich auf ſtark begangenen Bürgerſteigen als recht dauerhaft erwieſen[332]).

184. Unterbrechungen der Bürgerſteige.

Bevor wir auf die Herſtellungsweiſe der verſchiedenen Belagsarten übergehen, haben wir noch die in denſelben vorkommenden Unterbrechungen zu erwähnen. Was zunächſt das Abführen des Regenwaſſers aus den Dachrinnen und das oberirdiſche Abführen des Hauswaſſers anbelangt, ſo iſt bereits im vorhergehenden Bande dieſes „Handbuches“ das Erforderliche geſagt worden.

Kellertreppen, welche in den Bürgerſteig einſchneiden, und Kohlenſchachte zum unmittelbaren Abſtürzen von Kohlen in die Keller ſind mit ſtarken Eiſenblechklappen zuzudecken, welche eine rauhe Oberfläche haben müſſen. Bei den zweiflügeligen Kellerfalltüren wird man durch Anbringen von Vorſprüngen oder ſonſtigen Hinderniſſen am Hauſe dafür ſorgen, daß ſie nicht ganz aufklappen können, ſondern etwa unter 45 Grad geneigt ſtehen bleiben, um ſo die Vorübergehenden vor dem Herabſtürzen zu bewahren.

185. Aſphaltbelag.

Wir kommen nun zur Art der Herſtellung, und zwar nehmen wir der Wichtigkeit wegen zuerſt die Ausführung der Aſphaltbürgerſteige. Die Unterbettung kann auf verſchiedene Art hergeſtellt werden: 1) als Ziegelſteinrollſchicht, 2) als doppelte Ziegelſteinflachſchicht, 3) als Zementbeton und 4) als Rauhpflaſter mit Zementbeton.. Rollſchicht empfiehlt ſich nicht; auch doppelte Flachſchicht, welche beſſer iſt als die erſtere, wird mehr und mehr verlaſſen[333]), weil ſich die Ziegelfugen auf der Oberfläche des Aſphalts mit der Zeit bemerkbar machen. Zementbeton wird auf dem gut abgeglichenen und feſtgeſtampften Boden in einer Stärke von 10 bis 15^{cm} als ſteifer, gut durchgearbeiteter Brei aufgebracht und wird mittels Bretttafeln, welche der Arbeiter unter jeden Fuß nimmt, feſtgetreten oder geſtampft. Ein gutes Miſchungsverhältnis bieten: 1 Raumteil Zement und 5 Raumteile feiner Kies oder grober Sand[334]). Auch 1 Teil Zement, 3 Teile Sand, 3 Teile Steinſchlag (hart gebrannte, klein geſchlagene Ziegel oder Bruchſteine) wird mit Vorteil verwendet. Alsdann iſt der Beton mit einer dünnen Schicht reinen Zementmörtels glatt abzugleichen. Im Sommer, bei großer Hitze, iſt Bretterabdeckung und Annäſſen erforderlich.

Beim weiteren Verfahren haben wir zwiſchen gegoſſenem und geſtampftem Aſphaltbelag zu unterſcheiden.

Gegoſſener Belag wird zweckmäßig in zwei Lagen von je 13 bis 15^{mm} Stärke und von gleicher Miſchung hergeſtellt. Der Aſphalt darf erſt dann auf die Betonunterlage gebracht werden, wenn dieſe vollſtändig getrocknet iſt. Der Maſtix wird

---

[332]) Zu beziehen von *von der Wetteren* in Cöln.

[333]) Rollſchicht, doppelte Ziegelflachſchicht und Rauhpflaſter mit 2^{cm} ſtarker Zementabgleichung ſind z. B. in Berlin nicht mehr zuläſſig. (Verfügung der Straßenbaupolizei vom 19. Auguſt 1887.)

[334]) Vorſchrift für Cöln 1886.

Digitized by Google

hierbei unter einem Zufatze von etwa 5 Vomhundert Goudron mit höchftens 50 Vomhundert feinem, reinem, fand- und lehmfreien Kies zufammengefchmolzen, fo daß alfo das Mifchungsverhältnis in Gewichtsteilen 1 Afphaltmaftix, $^1/_2$ Kies und $^1/_{20}$ Goudron beträgt. Diefe Maffe wird auf der Betonunterlage mit hölzerner Spachtel rafch ausgebreitet und geebnet, noch warm mit feinem Sande beftreut und diefer durch anhaltendes Reiben gleichmäßig in die oberfte Afphaltfchicht hineingedrückt, dergeftalt, daß diefelbe mit dem Sande vollftändig gefättigt wird. Der Kies muß fo vorgewärmt werden, daß durch fein Einbringen keine Temperaturerniedrigung der gefchmolzenen Maffe bewirkt wird; ferner darf er nur allmählich zugefetzt werden, zuerft etwa die Hälfte und dann nach tüchtigem Umrühren und Durcharbeiten der Maffe die andere Hälfte. Der Kies muß möglichft gleichförmig, ganz rein und fauber ausgewafchen fein. Die Korngröße foll etwa 4 bis 6 mm betragen. Diefelbe wird gewonnen, wenn man Kies zuerft durch ein Sieb von 250 Mafchen auf das Quadr.-Decimeter fiebt, dadurch die gröbften Teile ausfcheidet und aus dem fo gewonnenen Kies mittels eines Siebes von 400 Mafchen auf das Quadr.-Decimeter noch die feineren Teile entfernt. Die Mifchung in den Keffeln foll nicht eher verwendet werden, als bis diefelbe einen Wärmegrad von 150 bis 170 Grad C. erreicht hat. Man erkennt dies leicht daran, daß ein darauf gefpritzter Tropfen Waffer mit Geräufch verdampft und fich die Schaufel leicht herausziehen läßt, ohne daß von der Maffe daran hängen bleibt. Die Maffe ift tüchtig umzurühren, damit die Mifchung gleichmäßig bleibt und der Sand fich nicht am Boden abfetzt[340]).

Bei Ausbefferungen kann man alten Afphalt aus aufgenommenem Belage wieder verwenden; jedoch ift dies nur für die untere der beiden Lagen zu empfehlen. Auch ift hierbei reichlich neues Material zuzufetzen, wobei folgendes Mifchungsverhältnis paffend ift: 1 Teil alter Afphalt, 1 Teil neuer Maftix, $^1/_2$ Teil Kies und $^1/_{10}$ Bergteer.

Das Verfahren bei Herftellung von Stampfafphaltbelag ift das folgende. Rohe, pulverifierte Afphalterde wird auf der Baufelle in Trommeln, welche über Feuer gedreht werden, oder in feftftehenden Darren erhitzt, dann auf die Betonunterlage gebracht und mit Handrammen geftampft, meiftens noch mit einer heiß gemachten Walze abgewalzt und mit heißen Bügeleifen gebügelt. Da das Stampfen möglichft gleichmäßig erfolgen muß, auch das fchnell eintretende Abkühlen des Afphaltpulvers eine flotte Arbeit erfordert, fo gehören hierzu befonders eingearbeitete Leute. Da außerdem die Transportkoften für die Wärmetrommeln und fonftigen Gerätfchaften nicht unerheblich find, fo wird diefes Verfahren für kleinere Flächen fehr teuer.

Afphaltplatten von geftampftem (komprimiertem) Afphalt werden am beften ohne jedes Bindemittel auf die Betonunterlage gelegt.

186. Pflafterungen.

Für Pflafterung mit größeren Steinen, ebenfo aber auch für das Mofaikpflafter, wird ein Kiesunterlager gewählt; die Fugen werden gehörig mit Kies gefüllt, und nachher wird die Oberfläche gerammt. *Platines* (vergl. Art. 182, S. 225) werden am beften auf Betonfchicht in diagonalen Reihen und in verlängertem Zementmörtel mit durchaus vollen Fugen fo verfetzt, daß ein Nachrammen nicht ftattfindet. Für die am Bordftein und an der Hausfront übrig bleibenden Dreieckflächen find befondere Dreieck-*Platines*, fog. *Coins*, zu verwenden.

Klinkerpflafter wird auf gut gewalzte oder gerammte Unterbettung dicht fchließend und zunächft ohne Sand zufammengefetzt. Sind auf diefe Weife 20 bis

[340]) Vergl. auch die befonderen Bedingungen des Tiefbauamtes in Cöln, welchen die vorftehenden Vorfchriften über Afphaltbelag der Bürgerfteige entnommen find. (Verdingnisheft betreffend Herftellung und Unterhaltung der Bürgerfteige mit gegoffenem Afphalt. Cöln, April 1889.)

Digitized by Google

25 m hergeſtellt, ſo werden ſie begoſſen; etwa vortretende Steine werden mit einer leichten hölzernen Ramme in die Bahnfläche gebracht, bezw. mit Schlüſſeln gehoben. Dann wird reiner Sand in trockenen Lagen übergeſtreut und unter Begießen in die Fugen gefegt.

Für eine gründliche Entwäſſerung der Erdoberfläche durch Drainrohre iſt Sorge zu tragen; denn auf der Trockenhaltung beruht die Dauerhaftigkeit des Klinkerpflaſters.

187. Plattenbeläge.

Größere Platten werden in der Regel nur in Kies gelegt (z. B. Granit- und Baſaltplatten); manchmal wird auch ein Bett von Traßmörtel gewählt, wobei ein Ausfugen mit Zementmörtel ſtattfindet, wobei aber Zementflecke auf den Platten ſchwer zu vermeiden ſind, auch Aufbrüche für Kabel- und Rohrleitungen zu Beſchädigungen führen. Kleinere Platten, auch größere, wenn ſie leicht zerbrechen, werden auf Ziegelpflaſter oder Beton gelegt. Toreinfahrten ſtellt man bei letzteren am ſicherſten durch Pflaſterung her.

188. Zementbeläge.

Die neuere Technik in der Herſtellung von Zementgußbelägen ſchlägt folgendes Verfahren ein[341]). Die Bürgerſteige, bezw. die Fußböden werden meiſtens in einer Stärke von 10 bis 12 cm hergeſtellt und beſtehen aus einer unteren Schicht von 8 bis 10 cm Stärke aus reinem Kies und Zement und einer oberen Schicht von etwa 2 cm Stärke aus reinem Sand und Zement. Bei der Herſtellung wird zunächſt 1 Teil Zement mit ſo wenig Waſſer angemacht, daß derſelbe gerade noch eine konſiſtente Maſſe bildet, ſodann mit 6 Teilen rein gewaſchenem und angefeuchtetem Kies ſo lange gemiſcht, bis jeder einzelne Kieſel von einer dünnen Zementſchicht vollſtändig überzogen iſt. Der ſo zubereitete Beton wird in Streifen von etwa 2 m Breite auf den vorher geebneten, feſt geſtampften und genäßten Untergrund in der entſprechenden Stärke aufgebracht und leicht geſtampft. Sodann wird die Decklage, beſtehend aus einer Miſchung von 1 Teil Sand und 1 Teil Zement, in der Stärke von etwa 2 cm aufgebracht. Zur Herſtellung dieſer Miſchung wird ebenfalls ſo wenig Waſſer genommen, daß dieſelbe noch eine konſiſtente, nicht flüſſige Maſſe bildet. Die mit dem Richtſcheit abgeglichene Decklage wird nun mit Pritſchen ſehr ſtark und ſo lange geſchlagen, bis die Oberfläche glänzend wird und Waſſer an derſelben austritt. Mit einem beſonderen Fugeiſen werden alsdann nach dem Lineal Fugen eingezogen; auch wird meiſt in die dadurch gebildeten Figuren mit einer kleinen Meſſingwalze ein Muſter eingewalzt, ſo daß das Ganze das Ausſehen eines ſauber verlegten Plattenfußbodens erhält. Um das Erhärten des Fußbodens ohne Bildung von Riſſen zu begünſtigen, wird derſelbe mit einer Sandſchicht überdeckt und etwa 14 Tage lang immer feucht erhalten[342]).

Dem Übelſtande des Reißens, welcher namentlich bei Flächen von mehr als 2 m Ausdehnung auftritt, ſucht man zu begegnen, indem man möglichſt einzelne Felder herſtellt. Hierzu legt man in etwa 2 m Entfernung ſchmale Streifen aus vorher angefertigten Zementwerkſtücken ein[343]), oder man teilt durch lotrecht geſtellte Aſphaltfilzſtreifen oder auch durch Zinkſtreifen. Dies führt, genau genommen, zur Bildung von Platten. Tatſächlich hat man ſich in Frankfurt a. M., wo früher faſt ausſchließlich Betonbeläge zur Anwendung kamen, den hydrauliſch gepreßten Zementplatten zugewendet, bei denen die Bildung von Riſſen wegfällt, auch das läſtige Bedecken mit einer Sandſchicht nicht erforderlich iſt.

[341]) Siehe: Zeitſchr. f. Baukde. 1881, S. 519.

[342]) 4 Betonierer und 6 Handlanger fertigen täglich etwa 60 qm an; an Material ſind für 1 qm erforderlich: 0,1 cbm rein gewaſchener und geſiebter Kies, 0,01 cbm rein gewaſchener Sand, 0,01 cbm Zement.

[343]) Vorſchrift für Bonn 1880.

Digitized by Google

b) Hofflächen.

189. Offene Höfe.

Für die Befeſtigung der Hofflächen werden ſämtliche Materialien und Behandlungsweiſen, welche wir bei den Bürgerſteigen beſprochen haben, angewendet. Werden dieſelben auch von Laſtfuhrwerk befahren, ſo wird man von den Platten abſehen müſſen, welche durch den Druck des Rades leicht aus ihrer Lage gebracht werden, und dafür lieber Pflaſterung in Klinkern, Granit und anderen Pflaſterſteinen oder in Holzklötzen anwenden, letztere aber, wie in Art. 183 (S. 228) beſchrieben, auf Betonunterlage und mit Aſphaltfüllung in den Fugen. Ferner iſt Aſphaltierung, bei leichtem Fuhrwerk von Gußaſphalt *(Aſphalte coulé*[244]*)*, bei ſchwerem von Stampfaſphalt *(Aſphalte comprimé)*, hier am Platze. Letzterer wird zweckmäßig in Form von gepreßten Aſphaltplatten angewendet, welche leichte und ſich nicht bemerklich machende Ausbeſſerungen geſtatten. (Vergl. Art. 183, S. 228.)

Wird der Begriff des Hofes weiter ausgedehnt, wie bei Schulen, wo man auch wohl den hinter dem Gebäude gelegenen Spielplatz mit als „Hof“ bezeichnet, ſo tritt zu den genannten Befeſtigungsweiſen die Bekieſung hinzu.

Dieſelbe wird meiſtens in zwei Lagen ausgeführt. Zur unteren nimmt man in Rückſicht auf beſſere Waſſerabführung gröbere Flußgeſchiebe, Abfälle von Sandſteinen, Granit und Kalkſteinen, hart gebrannte Backſteine, Hochofenſchlacke und feſtere Kohlenſchlacke; darüber kommt dann als zweite Lage Kies. Die Stärke jeder Lage iſt auf 8 bis 10 cm anzunehmen, alſo die ganze Stärke 16 bis 20 cm. Die obere Lage iſt abzuwalzen. Um das Verſchieben der einzelnen Steine zu hindern, miſcht man entweder das Material für die obere Lage mit lehmhaltigem Sande oder walzt eine dünne Schicht Lehm ein. Auch das Übergießen mit Lehmbrühe verſchafft einige Feſtigkeit. Sollen innerhalb der Kiesflächen Raſen oder Blumenſtücke angelegt werden, ſo hat man zuerſt für dieſe den Mutterboden nach Zeichnung aufzubringen und erſt, wenn dieſer geregelt iſt, den Kies zu ſchütten, weil er bei umgekehrtem Verfahren vom Mutterboden verunreinigt werden würde. Andere Befeſtigungsarten ſind: 8 cm hoch Backſteinſtücke, 10 cm hoch grobe Kohlenaſche oder grober Kies, 5 cm hoch feiner Kies oder: 15 cm hoch grobe Kohlenaſche, 5 cm hoch feine Kohlenaſche, 2 cm hochrote Keſſelaſche.

Iſt der Untergrund völlig undurchläſſig, ſo genügt das angegebene Verfahren noch nicht, trockene Spielplätze herzuſtellen. Man wird dann durch Drainage eine regelrechte Entwäſſerung herbeizuführen haben.

Über die Entwäſſerung der Hofräume, über die Gefälle und Rinnen, welche für dieſen Zweck herzuſtellen ſind, ſowie über die Abführung des Waſſers, welches aus den Regenrohren auf die Höfe gelangt, iſt bereits im vorhergehenden Bande dieſes „Handbuches“ das Erforderliche geſagt worden. Weſentlich iſt es, bekieſten Flächen ein geringes Gefälle zu geben, da ſonſt nach jedem Regen tiefe Furchen entſtehen.

190. Bedeckte Höfe.

Iſt ein Hofraum mit Glas überdeckt, ſo kommen für die Befeſtigung ſeiner Bodenflächen auch noch einige Materialien und Herſtellungsweiſen in Frage, wie ſie auch ſonſt für Innenräume Anwendung finden. Insbeſondere iſt es der Terrazzoboden, von dem alsdann häufig Gebrauch gemacht wird; über dieſen, ſowie über andere einſchlägige Fußbodenausführungen iſt in Teil III, Band 3, Heft 3 (Abt. IV, Abſchn. 3, A) dieſes „Handbuches“ das Nötige zu finden.

[244]) Siehe auch: Teil I, Bd. 1, erſte Hälfte (Abt. I, Abſchn. 2, Kap. 3: Aſphalt) dieſes „Handbuches“.

Digitized by Google

2. Kapitel.

Vordächer.

Von Dr. EDUARD SCHMITT[345]).

191. Zweck und Anlage.

Unter Vordächern ſind Bedachungen zu verſtehen, welche vor der Front eines Gebäudes vorſpringen. Ihr Zweck iſt ſehr verſchieden: ſie ſollen entweder dazu dienen, wie bei Theatern, Gaſthöfen, größeren Privatgebäuden etc., eintretenden Perſonen oder vorfahrenden Kutſchen gegen Regen, Schnee etc. Schutz zu gewähren[346]), oder ſie ſollen, wie bei Güterſchuppen auf Bahnhöfen, bei Warenhäuſern etc. über Ladeperrons, es ermöglichen, Waren oder Gepäckſtücke im Trockenen aus- und einladen zu können. Auch werden die Vordächer wohl, wie ſolches im Mittelalter in vielen Städten allgemein üblich war, zur Deckung ausgeſtellter Gegenſtände vor einem Fenſter angebracht, oder ſie dienen, wie dies bei den Holzbauten in der Schweiz vielfach der Fall iſt, zum Schutze des Fenſters ſelbſt (Fig. 303[347]).

Fig. 303.

Von einem Hauſe zu Appenzell[347]).

In neuerer Zeit werden in größeren Städten vor den Schaufenſtern größerer Ladengeſchäfte gleichfalls Vordächer angeordnet, damit die ausgeſtellten Gegenſtände auch bei Regenwetter beſichtigt werden können.

Soll ein Vordach den Perſonen, welche in Wagen einſteigen oder dieſelben verlaſſen, Schutz gewähren und befindet ſich vor dem betreffenden Gebäude ein Vorgarten oder ein Vorhof, welcher nicht betahren werden darf, ſo wird das Vordach vor der äußeren Einfriedigung angebracht und durch einen verglaſten Gang mit dem Gebäudeeingang in Verbindung gebracht[348]).

Von der nachſtehenden Betrachtung ſind bewegliche Einrichtungen, die unter dem Namen „Marquiſen“ bekannt ſind, ausgeſchloſſen.

192. Abmeſſungen.

Die Abmeſſungen der Vordächer ſind ſehr verſchieden; hauptſächlich iſt der beſondere Zweck derſelben dafür maßgebend.

Kleine Schutzdächer, welche an Wohnhäuſern angebracht werden und nur dazu dienen, Einlaß begehrenden Perſonen Schutz vor Regen etc. zu gewähren, können eine Länge von bloß 2,00 bis 2,50 m erhalten und je nach ihrer Höhe 1,00 bis 1,25 m vor der Gebäudefront vorſpringen.

Solche kleine Vordächer können allenfalls auch für Fahrende beim Beſteigen und Verlaſſen der Kutſchen einigen Schutz bieten; doch möchten Vordächer, wenn ſie in dieſem Falle ihrem Zwecke vollkommen entſprechen ſollen, nicht unter 3,00 m Länge haben und nicht weniger als 2,00 m, beſſer 2,25 m vor der Gebäudefront vortreten. Soll nicht nur der Wagen, ſondern auch die Pferde unter Dach ſtehen, ſo muß die Länge auf 5,00 m, beſſer auf 6,00 m geſteigert werden.

Über dieſe Abmeſſungen geht man nicht ſelten weſentlich hinaus, teils um dem beabſichtigten Zwecke noch beſſer zu genügen, teils um das Vordach den übrigen Maßverhältniſſen des Gebäudes anzupaſſen etc. Das in Fig. 304[349]) dar-

---

[345]) In 1. Auflage bearbeitet durch Herrn Profeſſor † *F. Ewerbeck.*

[346]) Vergl. auch Teil IV, Halbbd. 1, Abſchn. 5, Kap. 1, a, 2: Vorhallen, Eingänge und Torwege.

[347]) Nach: GLADBACH, E. Der Schweizer Holzſtil etc. Darmſtadt 1864–68.

[348]) Siehe auch: *Gluß ſheliers in ſtreets. Builder*, Bd. 42, S. 220.

[349]) Nach: Zeitſchr. f. Bauw. 1877, Bl. 20.

Digitized by Google

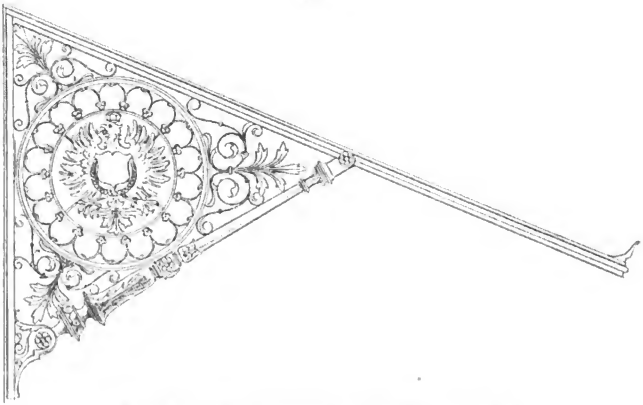
geſtellte Vordach am Gaſthof „Kaiſerhof“ in Berlin hat beiſpielsweiſe eine Länge von 9,30 m und eine Ausladung von 2,80 m.

Vordächer erhalten eine noch größere Länge, wenn an dem betreffenden Gebäudeeingang zu gleicher Zeit mehrere Wagen halten ſollen, wie dies bei Theatern, Saal- und Konzertgebäuden, Bahnhöfen etc. der Fall iſt.

So hat z. B. jedes der beiden Vordächer an den Langſeiten des Theaters zu Moskau eine Länge von 45,40 m bei einer Ausladung von 4,60 m. An der Ankunftsſeite des Südbahnhofes in Wien befindet ſich ein 94,00 m langes, an jener des Staatsbahnhofes dafelbſt ein 138,00 m langes Vordach etc.

Auch die längs der Schaufenſter von Ladengeſchäften angeordneten Vordächer haben in der Regel eine größere Länge. So z. B. befindet ſich vor den *Magaſins du Bon-Marché* in Paris ein Vordach von 109,00 m Länge.

Fig. 304.



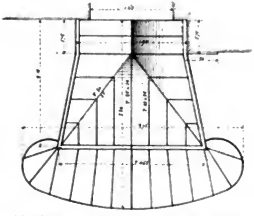
Vordach am Gaſthof „Kaiſerhof“ zu Berlin[210]). — 1/20 w. Gr.

Die Höhe, in welcher die Vordächer angebracht werden, iſt zunächſt von der Art des Verkehres, welcher darunter ſtattfinden wird, abhängig, aber auch von den Höhenverhältniſſen des betreffenden Gebäudes ſelbſt. Bei den vorhin erwähnten kleinen Schutzdächern über Hauseingangstüren iſt die Höhe der am tiefſten herabreichenden Konſtruktionsteile über Pflaſter-, bezw. über Türſchwellenoberkante meiſt durch die Geſtaltung dieſer Tür ſelbſt gegeben. Unter 2,25 m lichter Höhe zu gehen, empfiehlt ſich indes nicht; doch wähle man die Höhe auch nicht zu groß, da mit zunehmender Höhe die Ausladung des Vordaches gleichfalls größer angenommen werden muß, wenn es gegen Schlagregen etc. tatſächlich Schutz gewähren ſoll.

Sollen unter einem Vordach Kutſchen vorfahren können, ſo darf unter gewöhnlichen Verhältniſſen kein Konſtruktionsteil desſelben tiefer als 2,75 m über Pflaſteroberkante herabreichen. Für Staatskaroſſen und dergl. muß man mit dieſer lichten Höhe auf 3,00 m, ſelbſt 3,20 m und darüber gehen.

Digitized by Google

Fig. 305.



Vordach an einem Hauſe zu Paris[350]).
Arch.: *André & Fleury.*

193. Grundrißform.

Die Vordächer erhalten im Grundriß eine ziemlich verſchiedene Geſtalt. Es gibt ſolche von im Grundriß dreieckiger Form (Fig. 308 u. 309), noch häufiger ſolche, welche in der wagrechten Projektion rechteckig begrenzt ſind (Fig. 310 bis 316 u. 325); die langgeſtreckten Vordächer an längeren Unterfahrten, an Schaufenſtern etc. bilden im Grundriß faſt ausſchließlich einen ſchmalen und langen rechteckigen Streifen (Fig. 331). Seltener kommen durch ein Trapez gebildete Grundrißfiguren (Fig. 317 u. 318) vor.

Reicher ausgebildete Vordächer erhalten wohl auch krummlinige Grundrißbegrenzungen. Viertelkreiſe (Fig. 319), Halbkreiſe (Fig. 320), halbe Ellipſen (Fig. 321) etc. ſind zu finden; ebenſo kommen Grundrißfiguren vor, bei denen ſich gerade an gekrümmte Linienzüge anſchließen (Fig. 322 bis 324).

Wie Fig. 306[351]) u. 328[352]) zeigen, ſind auch noch verwickeltere Formen zur Ausführung gekommen.

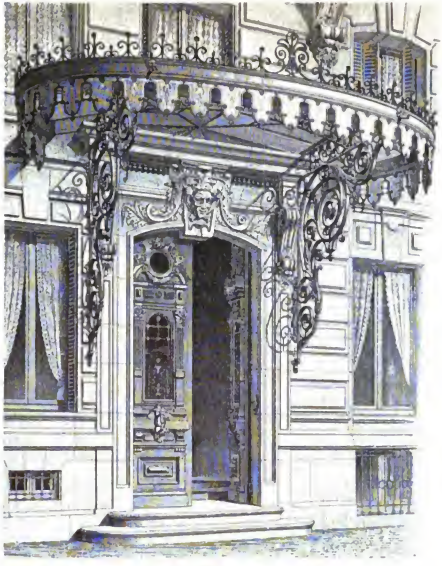
194. Dachflächen.

Bisweilen wird das Vordach durch eine einzige ebene Dachfläche gebildet; letztere iſt alsdann in der Regel nach vorn geneigt (Fig. 304 u. 325); doch fehlt es nicht an Anordnungen,

[350]) Fakſ.-Repr. nach: *Nouv. annales de la constr.* 1872, Pl. 53.
[351]) Fakſ.-Repr. nach: *Revue gén. de l'arch.* 1885, Pl. 59.
[352]) Nach: *La semaine des constr.*, Jahrg. 6, S. 451.

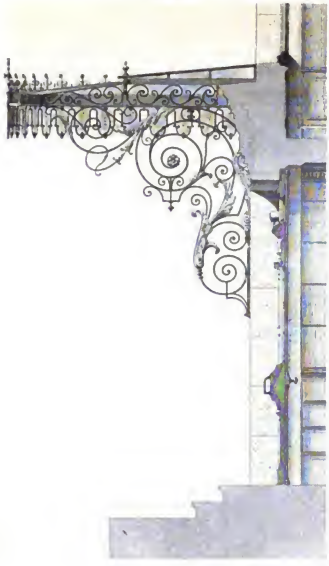
Digitized by Google

Fig. 306.



Ansicht.

Fig. 307.



Querschnitt.

1/50 w. Gr.

Vordach an einem Hause zu Neuilly[251]).

Digitized by Google

Fig. 308. Fig. 309. Fig. 310. Fig. 311. Fig. 312. Fig. 313.

Fig. 314. Fig. 315. Fig. 316. Fig. 317. Fig. 318. Fig. 319.

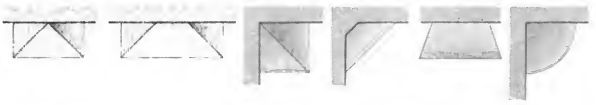


Fig. 320. Fig. 321. Fig. 322. Fig. 323. Fig. 324.

Grundrißformen von Vordächern.

bei denen die Dachneigung gegen das Gebäude zu gerichtet iſt (Fig. 305 u. 330 bis 332[332]).

Meiſt wird das Vordach aus mehreren ebenen Dachflächen zuſammengeſetzt, wie Fig. 305 u. 311 bis 316 Beiſpiele dafür darſtellen; doch findet man auch gekrümmte Dachflächen oder eine Vereinigung von ſolchen mit ebenen Dachflächen

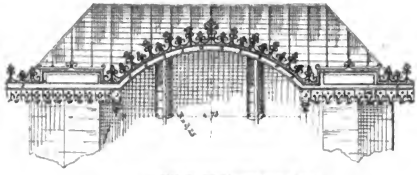
Fig. 325.

Von einem Kirchenportal zu Bormio.

[332]) Fakſ.-Repr. nach: *Encyclopédie d'arch.* 1887–88, Pl. 1194.

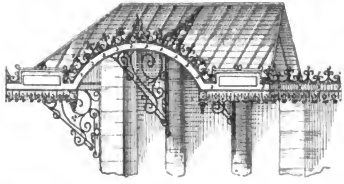
Digitized by Google

Fig. 326.

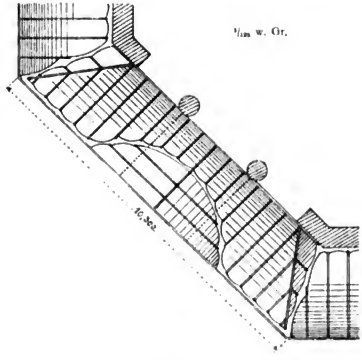


Vorderanſicht.

Fig. 327.



Seitenanſicht.

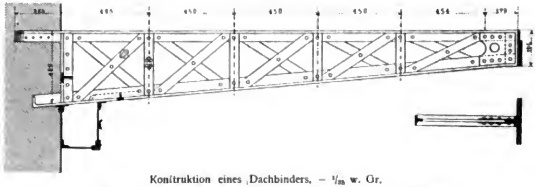


1/10 w. Gr.

Fig. 328.

Teil des Grundriſſes.

Fig. 329.



Konſtruktion eines Dachbinders. – 1/10 w. Gr.

Vordach am Geſchäftshaus „Zum Pygmalion“ zu Paris[882]).

Arch.: *Liet.*

Digitized by Google

(Fig. 306 u. 307, 319 bis 328). Hauptſächlich ſind es kegelförmige und ſphäriſche Flächen, welche zur Ausführung gekommen ſind; indes ſind auch zylindriſche (Fig. 333 u. 334[354]) nicht ausgeſchloſſen.

195. Konſtruktion.

Die Konſtruktion der Vordächer iſt je nach dem Material, aus welchem dieſelben beſtehen, ſehr verſchieden. Am einfachſten, aber auch zugleich am mannigfaltigſten läßt ſich ihre Ausbildung bei Zugrundelegung von Holz oder Eiſen ge-

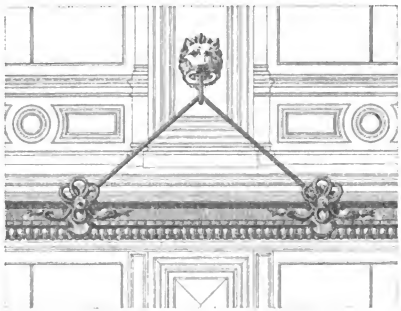


Fig. 330. 1/80 w. Gr. Vorderanſicht.

Arch.: *Boileau.*

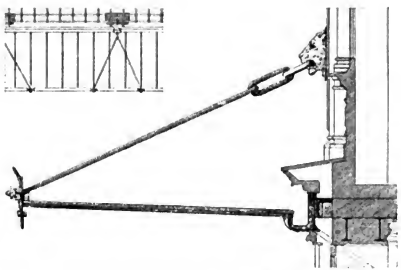


Fig. 331. Grundriß. 1/200 w. Gr.

Fig. 332. 1/80 w. Gr. Querſchnitt.

Vordach an den *Magaſins du Bon Marché* zu Paris[354]).

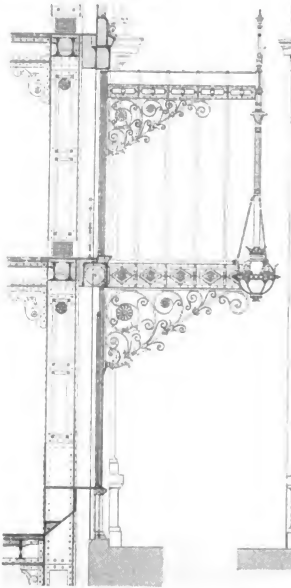
ſtalten, da dieſe Materialien mehr als irgend welche andere weite Ausladungen ermöglichen, während bei Hauſteinen oder bei Backſteinen nur verhältnismäßig kleine Vorſprünge erzielt werden können; doch kommen — allerdings mit Zuhilfenahme von Säulen — namentlich an italieniſchen Bauwerken in Stein ausgeführte Vordächer vor, welche eine ziemlich beträchtliche Ausladung beſitzen, wie aus den Beiſpielen in Fig. 335 u. 336[355]) erſehen werden kann.

[354]) Fakſ.-Repr. nach: *Encyclopédie d'arch.* 1885, Pl. 992.

[355]) Nach: Zeitſchr. f. bild. Kunſt 1883, S. 73/77.

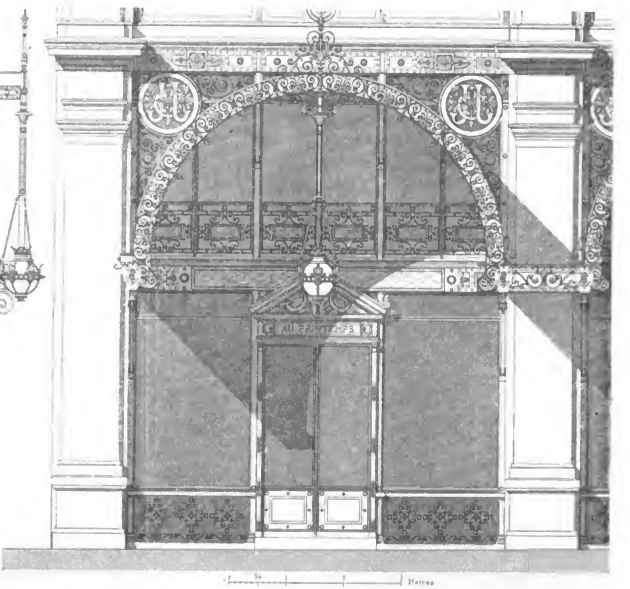
Digitized by Google

Fig. 333.



Querſchnitt.

Fig. 334.

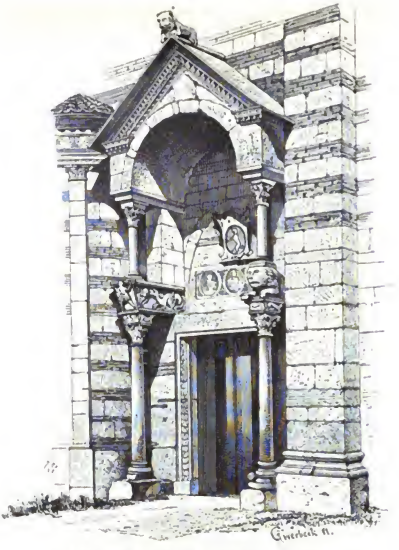


Anſicht.

Vordach von den *Grands Magaſins du Printemps* zu Paris[334]).

Arch.: *Sédille.*

Fig. 335.



Vom Seitenportal des Domes zu Verona.

Fig. 336.

Von der Kirche *Santa Maria maggiore* zu Bergamo.

Vordächer[955]).

Digitized by Google

Fig. 337.

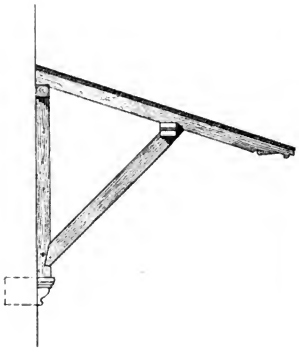


Fig. 338.

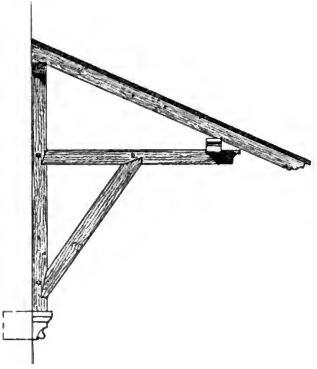
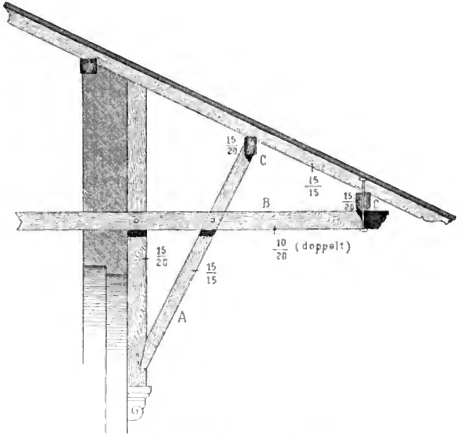


Fig. 339.



Einfache hölzerne Vordächer.

1/50 w. Gr.

Digitized by Google

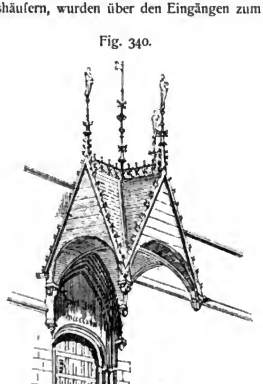
196. Hölzerne Vordächer.

Bei weitem mannigfaltiger geſtaltet ſich die Konſtruktion der Vordächer bei Verwendung von Holz, deren Ausführung in der Regel eine Vereinigung von Kopfbändern oder Streben mit Wandſtielen und Balken oder Zangen zu Grunde liegt, auf welcher das aus Pfetten und Sparren mit Schalung beſtehende Dach ruht (Fig. 337 u. 338[856]).

Ausbildungen ähnlicher Art kommen vielfach ſchon an den Wohn- und Geſchäftshäuſern des Mittelalters vor, ſind indeſſen zur Zeit wegen der Vergänglichkeit des Materials und auch, weil ſie in den ohnedies ſchon engen Straßen des Mittelalters an vielen Orten ein großes Hindernis für den Verkehr bildeten und deshalb ſpäter beſeitigt wurden, nur noch äußerſt ſelten anzutreffen.

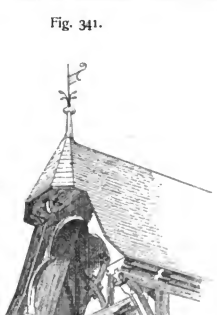
Auch an den öffentlichen Gebäuden des Mittelalters, wie an Hoſpitälern, Klöſtern und Zufluchtshäuſern, wurden über den Eingängen zum Schutze des Einlaß begehrenden Publikums häufig

Fig. 340.



Vom Hoſpital zu Beaune[857]).

Fig. 341.



Vordächer angelegt, nicht ſelten in reicher architektoniſcher Durchbildung. Ein zierliches und zugleich außerordentlich reich mit Metallarbeit geſchmücktes, nach Art der gotiſchen Baldachine ausgeführtes Vordach befindet ſich noch vor dem Haupteingange des Hoſpitals zu Beaune in Frankreich (Fig. 340[857]).

Recht intereſſante Ausbildungen von Vordächern finden ſich in faſt allen Teilen des Alpengebietes[858]). Als Beiſpiel dieſer Art iſt in Fig. 325 ein Vordach über einem Kirchenportal in Bormio (Oberitalien) mitgeteilt.

Bei neueren Bauausführungen hat, allerdings mit verſchiedenen Abweichungen, beſonders das in Fig. 337 bis 339 mitgeteilte Syſtem Verwendung gefunden,

[856]) Über die Berechnung ſolcher Dächer ſiehe: Teil I, Bd. 1, zweite Hälfte (Abſchn. 3, Kap. 3, b [2. u. 3. Aufl. Abſchn. 4, Kap. 4]: Konſoledächer) dieſes »Handbuches«.

[857]) Mitgeteilt in: Verdier & Cattois. *Architecture civile et domeſtique etc.* Paris 1852–58.

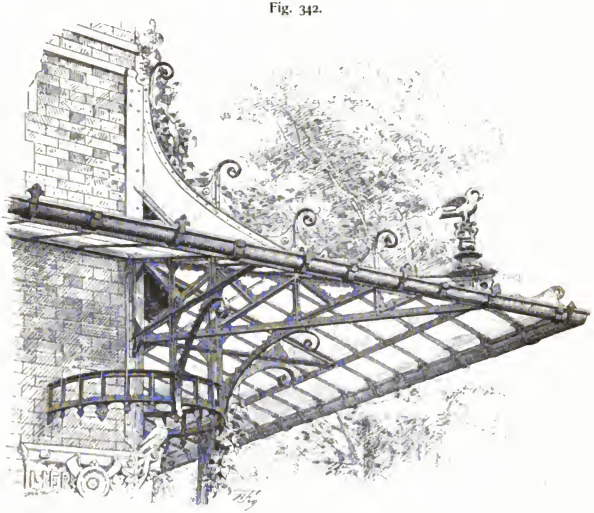
[858]) Siehe das Werk von *Gladbach* (Der Schweizer Holzſtil etc. Darmſtadt 1864–68), ſowie jenes von *Graffenried & Stürler* (*Architecture Suiſſe etc.* Bern 1844).

Digitized by Google

namentlich bei den mit ſeitlich weit ausladenden Dächern verſehenen Güterſchuppen auf Bahnhöfen. Als Träger des Daches (Fig. 339) treten hier die Pfetten *C* auf, welche wiederum durch Doppelzangen *B* und zwiſchen dieſen hindurch geſchobene Streben *A* unterſtützt werden. Die Binderentfernung beträgt 4,50 bis 5,00 m.

In beſonderen Fällen wird ſtatt des in obigem beſprochenen Syſtems eine andere Durchbildung des Vordaches vorzuziehen ſein, welche ſich giebelartig geſtaltet, unter Umſtänden oben mit Abwalmung verſehen iſt (Fig. 341). Motive dieſer Art ſind noch in ziemlicher Anzahl an den Fachwerkbauten der Moſel- und Rheingegenden, ſowie an den Windluken der Nürnberger Häuſer anzutreffen.

Fig. 342.



Vordach an einem Eckhauſe zu Paris[350]).
Arch.: *Lheureux.*

Außer derartigen nach dem Syſtem der Konſoledächer[347]) konſtruierten Vordächern ſind wohl auch ſolche zu finden, welche vorn auf hölzerne Pfoſten geſtützt ſind; immerhin iſt eine ſolche Anordnung ſelten.

197. Eiſerne Vordächer.

Hinſichtlich der Konſtruktion der Vordächer aus Holz und Eiſen kann auf Teil III, Bd. 2, Heft 4 (Abt. III, Abſchn. 2, E: Dachſtuhlkonſtruktionen) verwieſen werden; hier mögen bezüglich der eiſernen Vordächer nur noch die folgenden Bemerkungen Platz finden.

[350]) Fakſ.-Repr. nach: *La ſemaine des conſt.*, Jahrg. 15, S. 198.

Digitized by Google

Dieſelben ſind nicht ſelten ſo angeordnet, daß ſie keine beſondere Unterſtützung erhalten haben, ſondern nur an der betreffenden Gebäudefront, bezw. an der dahinter befindlichen Gebälk- etc. Konſtruktion verankert ſind; mit anderen Worten: ſie ſind als Konſoledächer ausgeführt. Bisweilen treten noch Konſolen unterſtützend dazu (Fig. 342 [350]).

Allein die Vordächer werden auch wie ein auf zwei Parallelwänden ruhendes kleines Dach konſtruiert, zu welchem Ende ſie in geeigneter Weiſe unterſtützt werden müſſen; dies kann geſchehen:

1) Durch Konſolen (Fig. 304, 306, 307, 327, 333 u. 334), bezüglich deren Anordnung und Befeſtigung das Gleiche gilt, wie das bei der Konſtruktion von Balkonen und Galerien Geſagte (ſiehe Teil III, Bd. 2, Heft 2 dieſes „Handbuches“, Abt. III, Abſchn. 1, C, Kap. 18, unter a).

2) Das Vordach wird mit dem rückwärtigen Teile auf der Frontmauer gelagert, vor welcher es vorſpringt, und ruht mit dem vorderen Teile auf eiſernen Säulen (Fig. 305).

Derart unterſtützte Vordächer nähern ſich in der Geſamtanordnung den Vorhallen; der Unterſchied zwiſchen beiden beſteht hauptſächlich darin, daß bei erſteren das Dach die Hauptrolle ſpielt, während bei Vorhallen die durch Säulen, Pfeiler, feſte Wände u. ſ. w. gebildete Halle vorwiegend betont iſt.

3) Das Vordach ruht gleichfalls mit ſeinem rückwärtigen Teile in der betreffenden Frontmauer, und im vorderen Teile iſt es an dieſe Mauer aufgehangen (Fig. 330 bis 332).

198. Eindeckung und Entwäſſerung.

Für die über Unterfahrten errichteten Vordächer werden meiſt Metall- oder Glasdeckungen angewendet; letztere kommen faſt nur für Eiſenkonſtruktionen in Frage und ſind dann vorzuziehen, wenn dem hinter der Unterfahrt gelegenen Raume (Flurhalle etc.) möglichſt wenig Licht entzogen werden ſoll. Iſt Gefahr vorhanden, daß auf die Glaseindeckung von oben Gegenſtände herabfallen und dieſelbe zerſtören können, ſo iſt über derſelben ein Drahtnetz oder ein ſtärkeres Schutzgitter anzubringen; auch kann Drahtglas Anwendung finden.

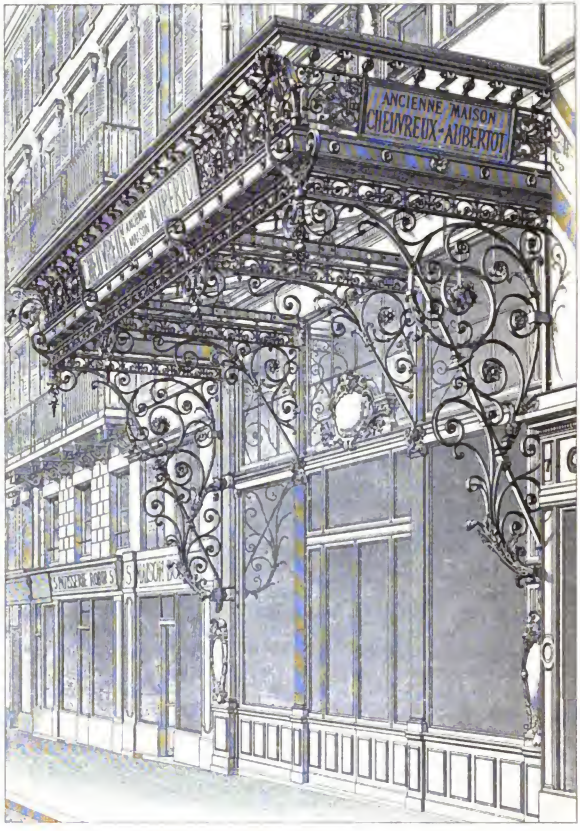
Für Vordächer an Bauwerken, welche vorübergehenden Zwecken dienen, wird man auch Dachpappe etc. zur Eindeckung wählen können.

Wie ſchon oben bemerkt wurde, haben die Dachflächen in den meiſten Fällen Gefälle nach außen, ſo daß das auffallende Regenwaſſer ſich nach den freien Unterkanten des Vordaches bewegt. Von dieſen tropft es herab, wenn keine weitere Vorkehrung getroffen iſt, und innerhalb eines Privatgrundſtückes iſt dies auch zuläſſig, obwohl das herabtropfende Waſſer für die unter das Vordach oder vor dasſelbe tretenden Perſonen unangenehm iſt. Will man dies vermeiden oder darf, wie z. B. auf ſtädtiſchen Straßen, das Waſſer nicht auf den Bürgerſteig herabtropfen, ſo muß man an den Vordachunterkanten kleine Traufrinnen anbringen, in welchen ſich das Regenwaſſer ſammelt und von denen aus dasſelbe in geeigneter Weiſe abgeleitet werden muß. Letzteres geſchieht auf gleichem Wege, wie bei den Balkonen (ſiehe darüber das eben angezogene Heft dieſes „Handbuches“).

In ſeltenen Fällen, wie z. B. bei dem in Fig. 332 dargeſtellten Vordach, iſt die Neigung der Dachflächen nach rückwärts gerichtet. Alsdann muß an der betreffenden Mauer eine Rinne angebracht werden, welche das Regenwaſſer aufzunehmen und entſprechend abzuführen hat; bei Anordnung derſelben iſt darauf zu ſehen, daß in jene Frontmauer keinerlei Feuchtigkeit eindringen kann.

Digitized by Google

Fig. 343.



Vordach an einem Geſchäftshauſe zu Paris[360]).

Arch.: *Sédille.*

[360]) Fakſ.-Repr. nach: *Revue gén. de l'arch.* 1883, Pl. 27.

Digitized by Google

Wie ſchon aus den Bemerkungen in Art. 196 und aus den in Fig. 306, 334, 340 u. 341 vorgeführten Beiſpielen hervorgeht, ſind Vordächer häufig der Gegenſtand einer reicheren formalen Ausbildung; namentlich ſind es in neuerer Zeit die Vordächer vor eleganten Geſchäftsräumen, vor Gaſthöfen erſten Ranges, vor Bankhäuſern etc., welche mit vielfachem Schmucke bedacht werden. 199. Formale Ausbildung.

Bei den eiſernen Vordächern ſind es zunächſt die Konſolen und Säulen, welche reich dekorativ geſtaltet werden können, was namentlich auch in Schmiedeeiſenkonſtruktionen geſchieht; den bezüglichen ſchon aufgenommenen Beiſpielen dieſer Art ſei an dieſer Stelle noch das in Fig. 343[886]) dargeſtellte Dach beigefügt. Alsdann ſind es hauptſächlich die Traufkanten, welche Gelegenheit zu reicherem Schmucke geben; lambrequinartig oder anderweitig geſtaltete Traufgeſimſe aus Zinkblech, bisweilen zum Teile vergoldet, ermöglichen in einfacher Weiſe eine ſachgemäße und wirkungsvolle Dekoration. Endlich können Glieder hinzugefügt werden, die im weſentlichen nur ſchmückender Natur ſind, bei deren Formgebung aber ſtets zu beachten iſt, daß man es mit einem auskragenden, bezw. großenteils ſchwebenden Bauteile zu tun hat.

3. Kapitel.

Beſondere Konſtruktionen für Kühlanlagen.

Die Kühlanlagen bezwecken, einen geſchloſſenen Raum auf eine beſtimmte niedrige Temperatur zu bringen und auf derſelben zu erhalten, teils um die in dieſen Raum gebrachten Gegenſtände abzukühlen, teils um dieſelben vor dem Verderben zu ſchützen. 200. Zweck und Überſicht.

Um die in einem Raume eingeſchloſſene Luft von einer hohen Temperatur auf eine niedrigere zu bringen, iſt es bekanntlich nur nötig, einen abgekühlten Gegenſtand in dieſen Raum zu ſchaffen. Alsdann wird ſofort ein Temperaturausgleich zwiſchen der warmen Luft des Kühlraumes und dem kalten Gegenſtande vor ſich gehen, bis beide die gleiche Temperatur beſitzen. Wird nun dieſer eingebrachte kalte Gegenſtand auf einer beſtimmten Temperatur erhalten, ſo muß die Luft im Kühlraume ſich nahezu auf dieſe Temperatur abkühlen, wenn dafür geſorgt wird, daß ein Temperaturausgleich zwiſchen der Kühlraumluft und der äußeren Luft nur in einem beſtimmten Verhältniſſe ſtattfinden kann.

Zur Abkühlung kann Eis, es können aber auch andere abgekühlte Gegenſtände zur Anwendung kommen. Im folgenden werden zunächſt (unter a) diejenigen baulichen Anlagen (Eisgruben, Eiskeller, Eishäuſer etc.) beſprochen werden, die zur Unterbringung und Erhaltung von Eis dienen; daran wird ſich (unter b) die Betrachtung anderer Kühlanlagen ſchließen.

a) Eisbehälter.

Von E. SPILLNER.

Der Verbrauch des Eiſes ſteigert ſich von Jahr zu Jahr. Nicht allein Bierbrauereien, Konditoreien, Reſtaurants, Gaſthöfe, Schlächtereien, ſowie Krankenanſtalten etc. bedürfen davon erheblicher Maſſen; ſondern ſeit Einführung der Eisſchränke iſt es auch in den beſſer geſtellten Familien zum unentbehrlichen Bedürfnis geworden. Längſt ſchon reicht die Eisernte auf den heimiſchen Flüſſen und Seen nicht mehr aus; von Norwegen, Schweden und Nordamerika werden 201. Konſtruktionsbedingungen.

Digitized by Google

ganze Schiffsladungen verfandt, und eine große Anzahl von Eisfabriken kann dennoch mit Gewinn arbeiten. Mit dem Verbrauche fteigert fich der Wert, und umfomehr ift darauf Bedacht zu nehmen, die zur Konfervierung des Eifes dienenden baulichen Anlagen tunlichft zu vervollkommnen.

Die Bedingungen, welche ein derartiges Bauwerk möglichft erfüllen muß, find:

1) Abhaltung der Wärme,
2) „ des Grund- und Hochwaffers,
3) „ des Schmelzwaffers,
4) „ des fich bildenden Niederfchlages und
5) Möglichkeit der Lüftung.

202. Abhaltung der Wärme.

In Bezug auf die Abhaltung der Wärme ift zunächft die Wahl des Baumaterials von Wichtigkeit. Sand- und Kalkftein leiten die Wärme mehr als Backftein, diefer wieder beffer als Holz. Das Leitungsvermögen wird ungefähr durch folgende Zahlen ausgedrückt: Sand- und Kalkftein 95 bis 60, Backftein 60, Holz 30, Sand 20. Zementbeton würde zwifchen Backftein und Holz einzureihen fein.

Die atmofphärifche Luft ift nahezu nicht leitend; doch muß fie fo eingefchloffen fein, daß keine Bewegung ftattfinden kann. Ein vorzügliches Ifoliermittel find daher die Luftfchichten, ebenfo diejenigen Körper, welche eingefchloffene Luft enthalten, wie Stroh und Rohr. Ferner find als folche zu erachten: Häckfel, Torf, Sägefpäne, Kohle, Schlacken und Afche. Auch dem viel genannten Antimerulion wohnt diefe Eigenfchaft bei. Befonders gelobt werden Korkfteine, in Steinkohlenpech mit Teerzufatz vermauert. Nach Verfuchen von ***Grünzweig*** betrug das Schmelzwaffer:

1) bei vollem Mauerwerk 2,10 bis 4,40 Vomhundert des Eifes;
2) bei Anwendung einer 12 cm ftarken Luftfchicht 2,00 bis 4,10 Vomhundert;
3) bei Luftfchicht und innerer Mauerung von Hohlfteinen 2,00 bis 2,70 Vomhundert;
4) bei Einlegen einer 12 cm ftarken Korkfteinfchicht 0,70 bis 0,90 Vomhundert[261]).

Ein Eisbehälter muß, gleichviel ob er unter oder über dem Erdboden errichtet wird, fchlecht leitende Umgrenzungen erhalten. Da die Wärme des Erdbodens in einiger Tiefe felten über 10 bis 12 Grad C. fteigt, diejenige an der Erdoberfläche felbft in gemäßigtem Klima und an befchatteter Stelle hingegen bis 40 Grad C. betragen kann, fo verdienen in diefer Beziehung unzweifelhaft — entgegen der mehrfach aufgeftellten anderen Meinung — die ganz oder teilweife unterirdifchen Eisbehälter den Vorzug, und wenn man durch hohen Grundwafferfpiegel gezwungen ift, oberirdifche Behälter auszuführen, fo ift es durchaus empfehlenswert, fie mit einem Erdhügel zu bedecken. Allerdings darf man auch bei unterirdifchen Anlagen den Wärmefchutz nicht außer acht laffen, wie dies vielfach gefchieht. Am meiften wird darin gefehlt, daß man die Bodenfläche häufig ganz ohne Ifolierung läßt. Die gegen die Bodenfläche aufftei gende Erdwärme ift aber entfchieden gefährlicher als die auf die Seitenwände wirkende, da fie das Beftreben hat, durch die zwifchen den Eisftücken befindlichen Höhlungen nach oben zu dringen. Zum mindeften ift der Erdboden mit einer ftarken Reifigfchicht zu bedecken; beffer ift ein Lattenroft in etwa 30 cm Entfernung vom Boden, der

[261]) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1886, S. 39 — ebenfo: Deutfche Bauz. 1885, S. 330 — ferner: Gefundh.-Ing. 1885, S. 537 — endlich bezüglich der Bewährung von Korkfteinen: Baugwks.-Ztg. 1887, S. 558. — Über Befchaffenheit und Format der Korkfteine fiehe Teil III, Band 2, Heft 1 diefes „Handbuches".

Digitized by Google

wiederum mit Reiſig und Stroh bedeckt wird; noch ſicherer iſt es, außerdem den Erdboden mit einer Rollſchicht abzupflaſtern. Will man die in kurzen Zwiſchenräumen nötige Erneuerung des Roſtes und ſeiner Tragbalken vermeiden — wodurch übrigens die Trockenhaltung der unteren Eisſchichten erſchwert wird — ſo iſt ein maſſiver Fußboden mit Iſolierſchicht oder ein ſolcher auf Wölbung mit darunter liegenden Hohlräumen (ſiehe Fig. 359) anzulegen.

Die Seitenwände ſchützt man bei Maſſivbau durch Einlegen einer Luftſchicht oder beſſer Korkſteinſchicht, über dem Gelände außerdem durch Umſchütten mit Erde oder auch dadurch, daß man den ganzen Eisbehälter mit Räumen zur Aufbewahrung von Fleiſch, Getränken etc. umgibt, welche ebenfalls wieder iſolierte Umfaſſungen haben müſſen. Holzfachwerk erhält in der Erde eine doppelte Bohlenbekleidung, deren Zwiſchenraum mit einem ſchlechten Leiter ausgefüllt iſt; über der Erde iſt eine doppelte Fachwerkwand in einem Abſtande von mindeſtens 30 cm aufzuführen und ebenfalls auszufüllen (ſiehe Fig. 359, 361 u. 368, 355 u. 363).

Fig. 344.

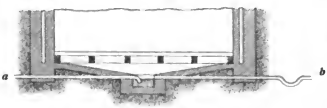


Fig. 345.

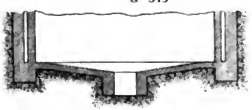
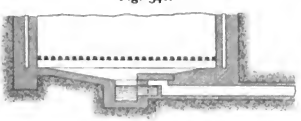


Fig. 346.



Ebenſo muß die Decke 30 cm hoch mit Schilf oder Rohr überpackt und außerdem das Dach mit einem Nichtleiter, am beſten Rohr, eingedeckt ſein. Falls dies die feuerpolizeilichen Beſtimmungen nicht zulaſſen, iſt Holzzementdach mit ſtarker Kiesdecke allen anderen Dachdeckungen vorzuziehen.

Eine ſchattige Lage des Eisbehälters iſt möglichſt anzuſtreben. Der Eingang iſt nach Norden zu legen; doppelte oder dreifache Türen halten die Wärme zurück. Letztere werden auf der Innenſeite mit Rohr bekleidet.

Weſentlich iſt auch, daß man den Eisraum nicht zu klein bemißt, da, je geringer die Eismenge, deſto größer die Schmelzbarkeit iſt. 12 cbm Inhalt möchte das Mindeſtmaß ſein.

203. Abhaltung des Grund- und Hochwaſſers

Ein Hauptfeind des Eiſes iſt das Waſſer. Die Sohle des Eisbehälters ſoll daher unbedingt über dem Hoch- und Grundwaſſerſpiegel liegen. Allerdings kann man auch unterhalb der Hochwaſſerlinie die Keller völlig waſſerdicht herſtellen; indeſſen iſt hierbei zu bedenken, daß dann die Abführung des Schmelzwaſſers auf längere Zeit gehindert ſein würde. Zur Abhaltung des Tagwaſſers dienen gepflaſterte Rinnen. Mit Erde überſchüttete Gewölbe ſind vorher mit Aſphalt abzudecken, maſſive Seitenwände in verlängertem Zementmörtel auszuführen.

204. Abführung des Schmelzwaſſers.

Auch bei der ſorgfältigſten Iſolierung läßt ſich das Entſtehen des in hohem Grade ſchädlichen Schmelzwaſſers nicht vermeiden. Um dasſelbe bequem abführen zu können, wird unter dem oben erwähnten Lattenroſte ein kleines Sammelbecken gemauert (Fig. 344), aus welchem je nach der Eismenge vermittels eines Bleirohres, Tonrohres oder eines kleinen gemauerten Kanals das Schmelzwaſſer

Digitized by Google

entfernt wird. Damit durch die Ableitung nicht atmoſphäriſche Luft eintreten kann, iſt ein Waſſerverſchluß einzulegen, welcher entweder, wie beim Rohre *b* oder einfacher wie bei *a* gebildet wird. Bei einem gemauerten Kanälchen (Fig. 346) bildet eine $^1/_2$ Stein ſtarke Zunge den Luftabſchluß.

In flachem Gelände hilft man ſich auch wohl durch Anlegen eines Pumpenbeckens außerhalb des Eiskellers (ſiehe Fig. 356); bei ſtädtiſchen Eiskellern, wo die Länge der Ableitung in der Regel ſehr beſchränkt iſt, bleibt kaum etwas anderes übrig, falls das Eis nicht ſo rein iſt, daß man das Schmelzwaſſer in einen Brunnen abführen kann. In ſehr durchläſſigem Boden genügt ein Loch in der Mitte des abgewäſſerten Pflaſters (Fig. 345).

205. Abführung des Niederſchlagwaſſers.

Bei ſorgfältigen Anlagen wird man auch auf die Beſeitigung des Niederſchlagwaſſers Rückſicht nehmen. An wagrechter Decke iſt dieſe allerdings nicht möglich, ſehr wohl aber bei Kellern, die auf I-Trägern mit Backſteinen überwölbt oder mit bombiertem Wellblech überdeckt ſind. Die Schweißrinne wird alsdann an Zinkſtreifen gehängt (Fig. 347), welche über die I-Träger gelegt ſind. Bei Überſpannung des ganzen Raumes mit Kloſtergewölbe, preußiſcher oder böhmiſcher Kappe, kann man eine ſchmale Zinkrinne in den Kämpfer einſchieben, deren Ableitungsrohr in eine Packung von grobem Kies mündet (Fig. 348).

Fig. 347.

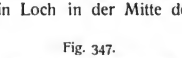


Fig. 348.

206. Lüftung.

Man hat auch die aufſteigende feuchte Luft durch eine Art Lüftung ſtändig zu entfernen geſucht. So iſt mehrfach die nebenſtehende Firſtventilation (Fig. 349) ausgeführt worden. Indeſſen möchte zu erwägen ſein, daß an heißen Tagen für die entweichende Luft neue, natürlich wärmere, eintreten wird, was kaum ein Vorteil ſein dürfte. Wohl aber iſt es wünſchenswert, nach Entleeren des Kellers, bezw. vor dem Neubeſchicken in Froſttagen eine möglichſt ſtarke Auskühlung und Abtrocknung desſelben eintreten zu laſſen, was nur bei denjenigen Anlagen tunlich iſt, in denen ſich durch Öffnen gegenüberliegender Türen ein ſtarker Gegenzug hervorbringen läßt. Dies iſt bei denjenigen Eishäuſern und -Kellern möglich, welche außer einem Eingange auch eine Öffnung zum Einſchütten des Eiſes aufweiſen.

Fig. 349.

Wo dies nicht zutrifft, wird man gut tun, den Luftwechſel durch eine Feuerung zu unterſtützen, wie dies in Fig. 360 dargeſtellt iſt.

207. Eismieten.

Die billigſte Aufbewahrung des Eiſes bilden die Eismieten. Auf einer etwa 30 cm ſtarken Sand- oder Kiesbettung wird Reifig und Stroh ausgebreitet, darüber das Eis möglichſt dicht gepackt und ſchließlich die Eispyramide in einer Stärke von 30 bis 50 cm mit Stroh oder Rohr in Form einer Miete regelrecht abgedeckt. Das Eis wird des Nachts entnommen, wobei die Miete geöffnet werden muß. Beim Schwinden des Eisvorrates ſinkt die Strohabdeckung nach.

Will man einen ſtändigen Zugang ſchaffen, ſo iſt ein leichtes Zeltdach nebſt vorgebautem Eingang zu errichten und mit Stroh einzudecken.

208. Eisgruben.

Wird das Eis in einer Vertiefung des Erdbodens geborgen, ſo nennt man dieſe eine Eisgrube. In Fig. 351 iſt dieſelbe trichterförmig geſtaltet und der Kies

Digitized by Google

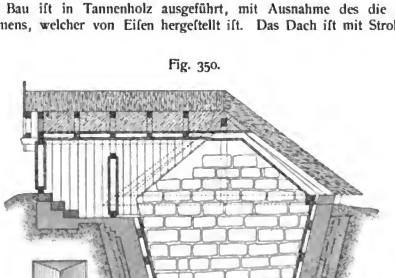
durch Pflaſter befeſtigt. In der Mitte iſt ein Drainrohr zur Abführung des Schmelzwaſſers eingeſetzt; die Tür ſchlägt nach außen.

Will man die kühlhaltende Wirkung des Erdbodens mehr ausnutzen und die Grube tiefer machen, ſo müſſen die Seitenwände gegen Abrutſchen durch Holz oder Mauerwerk geſchützt werden. Holz in der Erde hält ſich ſelten länger als 5 bis 6 Jahre; dennoch kann die Rentabilitätsrechnung bei billigen Holzpreiſen, wie z. B. auf Gütern mit eigener Waldung, ergeben, daß eine Holzauskleidung billiger wird als Mauerung. Auch bietet ein Anſtrich mit dem ſog. Karbolineum von *Gebr. Avenarius* in Gau-Algesheim[862]) ein geeignetes Mittel, die Dauer des Holzes weſentlich zu verlängern.

Fig. 353 ſtellt eine hölzerne, in Nachrodt ausgeführte Eisgrube[863]) in Grundriß und Durchſchnitt dar.

Der ganze Bau iſt in Tannenholz ausgeführt, mit Ausnahme des die Seitenwände abſchließenden Rahmens, welcher von Eiſen hergeſtellt iſt. Das Dach iſt mit Stroh eingedeckt; die

Fig. 350.



Gemauerte Eisgrube[864]). — $^1/_{100}$ w. Gr.

hohlen Zwiſchenräume der Wände ſind mit tannenem Sägemehl ausgeſtampft. Auf zwei Drittel ſeiner Höhe ſteht der Bau im gewachſenen Boden; das obere Drittel iſt mit Erde umſchüttet.

Eine maſſive Eisgrube von pyramidaler Form zeigt Fig. 350[864]).

Die $1^1/_2$ Stein ſtarke, maſſive Mauer ragt nur ſo weit aus dem Terrain hervor, daß das Tagwaſſer zwiſchen Mauerwerk und Dach nicht eindringen kann. Das Dach iſt mit Stroh gedeckt; die inneren Wände und die Unterflächen der Sparren ſind mit Brettern verſchalt; ein kleiner Vorraum bildet den Zugang zum Eisbehälter. Zur Abhaltung der Erdwärme iſt die Umfaſſungsmauer mit einer 0,50 bis 0,70 m ſtarken Torfſchicht umgeben. Das Eis lagert auf einem Lattenroſte, welcher von einer Balkenlage getragen wird. Die Latten ſind 8 cm ſtark und etwa 5 cm voneinander entfernt. Das Schmelzwaſſer geht unmittelbar in den Sandboden.

Größere Sicherheit gegen den Erddruck wird man erreichen, wenn der wagrechte Schnitt kreisförmig, der lotrechte Schnitt paraboliſch geſtaltet iſt (Fig. 354). Eine derartige Form ſchützt auch vortrefflich gegen die aufſteigende Erdwärme;

---

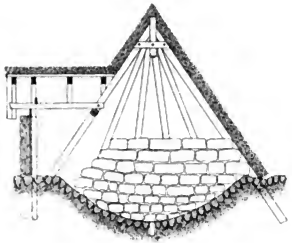
862) Großherzogtum Heſſen.

863) Nach: Haarmann's Zeitſchr. f. Bauhdw. 1870, S. 29 u. Bl. 6.

864) Nach: Wanderley, G. Ländliche Wirtſchaftsgebäude. Leipzig 1878. S. 220.

Digitized by Google

Fig. 351.



Gepflasterte Eisgrube. — $^1/_{100}$ w. Gr.

Fig. 352.

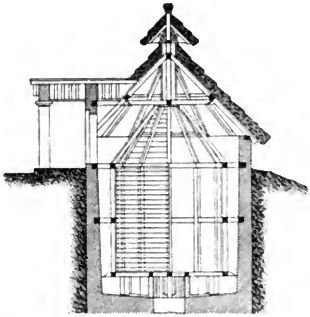
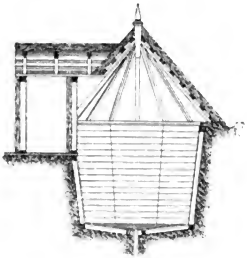
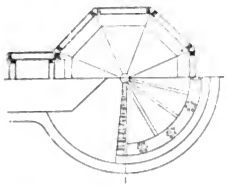


Fig. 353.

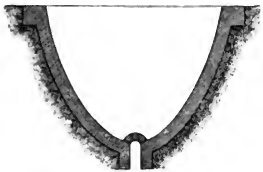




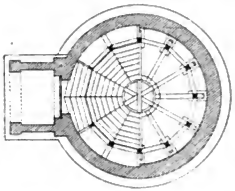
Hölzerne Eisgrube in Nachrodt[305]).

$^1/_{100}$ w. Gr.

Fig. 354.



Gemauerte Eisgrube. — $^1/_{100}$ w. Gr.



Brodley's Eisgrube[305b]). — $^1/_{250}$ w. Gr.

Digitized by Google

ein Lattenroſt iſt entbehrlich. Das kleine Gewölbe über dem Abfluß wird aus Backſteinen mit eingemauerten Drainrohren hergeſtellt und darüber eine ſtarke Reiſigſchicht gepackt.

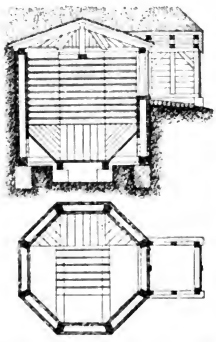
Fig. 352 ſtellt eine Eisgrube nach dem Syſtem des Amerikaners *Brodley* [365]) dar, welches durch Verbindung von Maſſiv- und Holzkonſtruktion einen kräftigen Schutz gegen die äußere Wärme erzielt.

In einem maſſiv gemauerten Zylinder befindet ſich ein zwölfeckiges Holzgerüſt. Jeder Zwiſchenraum zwiſchen dem hölzernen und maſſiven Zylinder wird mit Rohr, Stroh, Torf oder einem anderen ſchlechten Wärmeleiter ausgefüllt, ebenſo der Raum zwiſchen der inneren, mit Brettern gefchalten Decke und der Dachfläche. Der an der Nordſeite gelegene Vorbau, welcher den Zugang bildet, iſt mit 3 Türen verſehen, welche ſo angelegt ſind, daß, während die eine geöffnet iſt, die beiden anderen geſchloſſen bleiben.

209. Eiskeller.

Wird eine Eisgrube an Stelle des Daches mit feſter Decke verſehen, ſo verwandelt ſie ſich in einen Eiskeller. Ein ſolcher kann entweder teilweiſe oder gänzlich in der Erde liegen. Auch hier kann die Holzkonſtruktion, obwohl ſie eine ſchnell vergängliche iſt, unter Umſtänden ſich billiger ſtellen als Maſſivbau. Fig. 355 [366]) zeigt einen auf dem Gute Groß-Ziethen ausgeführten hölzernen Eiskeller.

Fig. 355.



Hölzerner Eiskeller auf dem Gute Groß-Ziethen [366]).
1/150 w. Gr.

Derſelbe iſt im Lichten 3,72 m weit und 3,40 m hoch; die Schwellen, 25 × 32 cm ſtark, ruhen auf Fundamentpfeilern; die Bohlen ſind 10 cm ſtark; die Zwiſchenräume ſind mit Torfgrus ausgefüllt. Der Eiskeller liegt in einer Erdſchüttung; der Eingang befindet ſich mit dem Gelände in einer Ebene. Die Erdſchüttung iſt etwa 1 cm über den Firſt geführt und mit einem Gartenpavillon gekrönt.

Eine ähnliche in Rundholz ausgeführte Konſtruktion findet ſich in der unten [367]) genannten Quelle.

Bei Maſſivbau hat man häufig die Wahl zwiſchen Kalk-, bezw. Sandbruchſteinen und Backſteinen. Letztere verdienen den Vorzug, da ihr Wärmeleitungsvermögen ein geringeres iſt, Bruchſteine auch meiſtens hygroſkopiſch ſind und die Erdfeuchtigkeit durchlaſſen. Wenigſtens ſollte man bei Bruchſteinbau eine innere, 1/2 Stein ſtarke, gehörig eingebundene Backſteinverblendung anwenden.

Will man ökonomiſch bauen, ſo müſſen nicht nur die Umfaſſungswände dem Erddruck einen möglichſt großen Widerſtand entgegenſetzen, ſondern es muß auch der Rauminhalt möglichſt groß, die Fläche der Umfaſſungswände und der Decke möglichſt klein werden. Dieſen Bedingungen entſpricht die Form eines Zylinders, deſſen Durchmeſſer gleich der Höhe iſt.

Die Wandſtärke muß dem ſteigenden Erddrucke gemäß nach unten zunehmen. Will man gleiche Wandſtärke beibehalten, ſo iſt der lichte Querſchnitt nach unten (ſiehe Fig. 354) zu verengen.

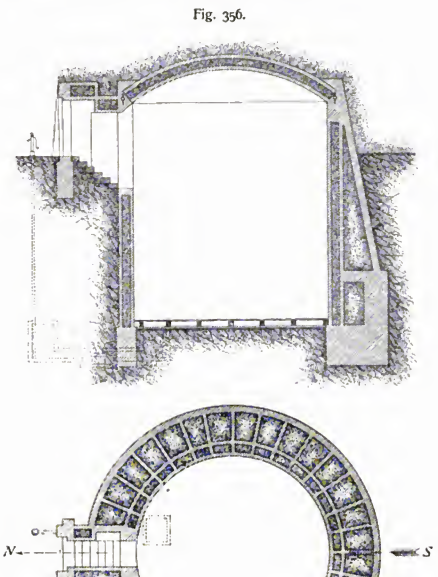
Die Überwölbung geſchieht entweder mit Kappen auf eiſernen Trägern oder mit einem Kuppelgewölbe. Bei letzterem hat man zu beachten, wogegen häufig

[365]) Nach: Allg. Bauz. 1854, S. 381 u. Bl. 652.
[366]) Nach: Romberg's Zeitſchr. f. prakt. Bauk. 1866, S. 19 u. Taf. 7.
[367]) *Gaz. des arch. et du bât.* 1872, S. 113.

Digitized by Google

gefehlt wird, daß die Widerlagsmauern gegen den Gewölbeſchub geſichert werden müſſen. Man hat daher im Kämpfer eine Ringverankerung in das Widerlager einzulegen, welche aus kurzen Rundeiſenſtäben mit durchgeſteckten Splinten oder einer gewöhnlichen eiſernen Kette mit Splinten beſteht.

Fig. 356.



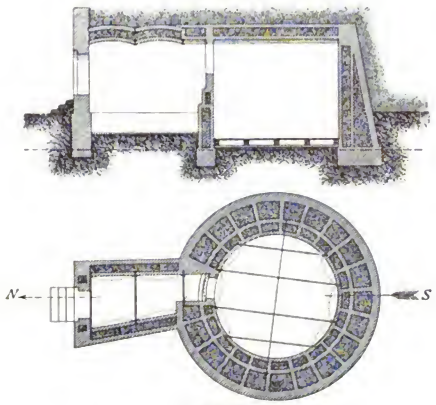
Gemauerter Eiskeller. — $^1/_{150}$ w. Gr.

Fig. 356 u. 357 ſtellen zwei von *Petzholtz* in Potsdam mitgeteilte Eiskeller dar. Der eine iſt mit einem Kuppelgewölbe überdeckt, der zweite mit preußiſchen Kappen auf eiſernen Trägern.

Für die Ausfüllung der Widerlager iſt Torfaſche verwendet. Die Entwäſſerung geſchieht durch eine Handpumpe, deren Rohr in ein kleines Becken mündet, welches mit einem unter dem etwas geneigten Fußboden des Kellers befindlichen Sammelkaſten in Verbindung ſteht. Als Material ſind teils Klinker, teils Rathenower Backſteine in Zementkalk verwendet; nach außen hin iſt das

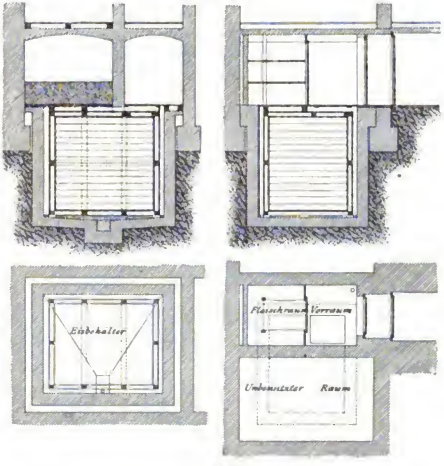
Digitized by Google

Fig. 357.



1/150 w. Gr.

Fig. 358.



1/100 w. Gr.

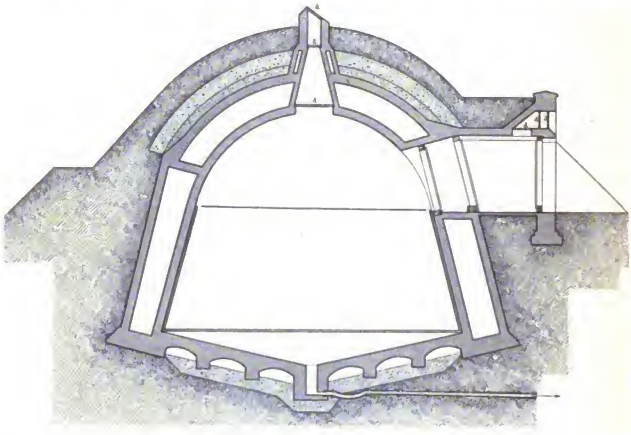
Gemauerte Eiskeller.

Digitized by Google

Mauerwerk mit Zement berappt und mit heißem Teer geftrichen. Beide Keller find mit Erde bedeckt, welche dicht mit Bäumen und Sträuchern bepflanzt ift.

In Fig. 359 ift der Eiskeller der akademifchen Heilanftalten zu Kiel wiedergegeben, entworfen von *J. E. Mofe* dafelbft.

Die glockenförmige Anlage, bei welcher das Gewölbe unmittelbar in die Widerlager übergeht, ift eine fehr ftabile und gleichzeitig fparfame. Die Luftfchicht der Wände hat 1 m Weite; auch der Boden ift durch eine folche gefchützt, indem zwifchen einem aus Afche und Schlacke gebildeten



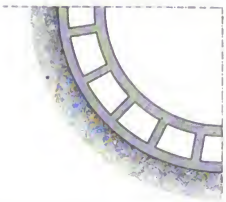


Fig. 359.

Eiskeller der klinifchen Univerfitätsanftalten zu Kiel.

1/500 w. Gr.

Unterlager und den Gewölbchen des Bodens Luftraum gelaffen ift. Außerdem ift ein Bohlenbelag auf Steinrippen geftreckt, zwifchen denen fich ebenfalls Luft befindet. Innere Mauern, Gewölbe und Zellenmauern find von Hohlfteinen; bis zu einer Höhe von 4,00 m find die Wände gleichfalls mit Bohlen bekleidet. Auf dem Gewölbe ruht zunächft eine 0,50 m ftarke Schicht von Afche mit Schlacke, darüber eine folche von Torfgrus in gleicher Stärke; dann folgt eine 0,75 m ftarke, mit Bufchwerk bepflanzte Erdfchicht. Die Beleuchtung des Einganges und des Eisraumes erfolgt durch Rohglasplatten *a*, *a*.

Bemerkenswert durch die bereits in Art. 206 (S. 250) erwähnte Lüftung ift der in Fig. 360 dargeftellte Eiskeller für 62 cbm Eis[368]).

[368]) Nach: Baugwks.-Ztg. 1886, S. 209.

Digitized by Google

Tonnengewölbe und Umfaſſungswände ſind aus Ziegeln in verlängertem Zementmörtel mit 10 cm Luftſchicht hergeſtellt; die Widerlagsmauern ſind außerdem mit Baſaltmauerwerk verſtärkt. Auf die Anlage des Fußbodens wurde beſondere Sorgfalt verwendet. Die unterſte Lage, 10 cm hoch, beſteht aus Baſaltſcherben; darüber liegt, um eine waſſerdichte Sohle zu erhalten, ein Zementguß, auf dieſem eine 10 cm ſtarke Schicht Kohlenſchlacken und ſchließlich eine Ziegelflachſchicht in Zement. 6 Balken von 20 × 25 cm Stärke tragen 5 × 8 cm ſtarke Latten von Lärchenholz. Die Innenflächen des Mauerwerkes ſind gefugt; das ganze Bauwerk iſt oben mit Aſphaltpappe abgedeckt. Die friſche Luft fällt von oben durch zwei Blechrohre in den Eisraum; durch die am Boden befindlichen Wandöffnungen wird die ſchlechte Luft nach dem Schlot geführt, was durch zeitweiſes Anfeuern auf dem Roſte beſchleunigt wird. Im Schlote ſelbſt befinden ſich eine Feuerungs- und eine Aſchentür. Die Baſumme beträgt 2600 Mark.

Nach dem in Art. 206 (S. 250) Geſagten dürfte es vorteilhaft ſein, die Rohre für friſche Luft mit Schiebern zu verſehen, welche im Sommer in der Regel geſchloſſen bleiben und nur, wenn ſich die Notwendigkeit einer Luftzuführung bemerkbar macht, in kühlen Nächten geöffnet werden.

Die Anwendung von Zementbeton empfiehlt ſich wegen ſeines geringen Wärmeleitungsvermögens. Hat man Vorkehrungen gegen Grundwaſſer zu treffen, ſo iſt dieſes Material allen anderen vorzuziehen. Die Baukoſten ſind verhältnismäßig gering.

Ein derartiger Eiskeller mit 180 cbm Faſſungsraum iſt unter dem Hofe des Stettiner Konzert- und Vereinshauſes ausgeführt. Das Miſchungsverhältnis iſt: 1 Teil Portlandzement, 6 Teile ſcharfer Sand, 4 bis 5 Teile zerſchlagene Feldſteine, bezw. Klinkerbruch. Die Wände haben eine Stärke von 0,90 m, der wagrechte Boden eine ſolche von 0,30 m. Die Koſten betrugen (1884) 4000 Mark[369].

Häufig kommt man in die Lage, in einem vorhandenen Keller einen Eisraum anzulegen. Iſt vom Hochwaſſer keine Gefahr zu befürchten, ſo wählt man zweckmäßig die in Fig. 358 gegebene Anordnung[370].

In den von maſſiven Wänden eingefaßten und unter der früheren Kellerſohle vertieften Raum iſt ein hölzerner Kaſten eingeſetzt. Die doppelte Bretterwand iſt mit Häckſel, der Raum zwiſchen dem Kaſten und der maſſiven Wand mit Kohlengrus ausgefüllt. Der Fußboden wird von Latten gebildet. Neben dem Vorraume, welcher das Einſteigeloch enthält, befindet ſich ein Raum zur Aufbewahrung von Fleiſch.

In Gegenden mit hohem Grundwaſſerſtande, wozu auch Gebirgsgegenden gehören können, ebenſo auf flachem Gelände, wo die Abführung des Schmelzwaſſers lange unterirdiſche Leitungen erfordern würde, iſt die Ausführung von Kellern nicht möglich, und man muß zu Eishäuſern übergehen. Sind letztere maſſiv ausgeführt, ſo behält man den Ausdruck „Keller“ wohl bei. In der Regel werden ſie ganz mit Erde beſchüttet, unterſcheiden ſich mithin von den eigentlichen Eiskellern nicht. Iſt dies nicht zufällig, ſo muß man den Wärmeſchutz durch Vorlegen von Kühlräumen zu erreichen ſuchen oder doppelte Iſolierung anwenden. Ein Beiſpiel hierfür bietet das Eishaus der ſtädtiſchen Irrenanſtalt zu Dalldorf (Fig. 361[371]), für den Eisbedarf von 1000 Kranken berechnet. 210. Eishäuſer.

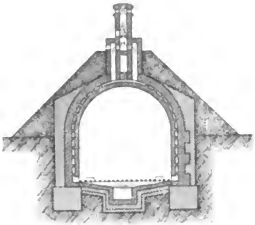
Das Befchicken des Kellers und die Entnahme von Eis geſchieht ſeitlich oben, für welche Zwecke ein durch eine Treppe zugänglicher Vorbau vorhanden iſt. Die Iſolierung der Wände und des Fußbodens iſt eine ſehr ſorgfältige; das Gewölbe würde ebenfalls beſſer mit Iſolierſchicht verſehen worden ſein.

Ein maſſives Eishaus mit zylinderförmigem, hölzernem Eisbehälter, nach Angaben *Kolbe*'s für das chemiſche Inſtitut der Univerſität Marburg ausgeführt, zeigt Fig. 362[372].

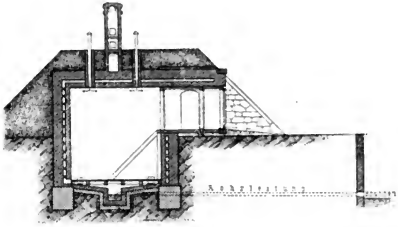
Die maſſive äußere Wand beſteht 0,81 m hoch aus gebrannten Backſteinen und 3,56 m hoch aus Lochſteinen und iſt durch 16 Mauerſteinpfeiler unterſtützt, welche mit 13 cm ſtarken Sandſteinplatten überdeckt ſind. Der hölzerne Eisbehälter von 4,08 m Durchmeſſer und 3,77 m Höhe iſt an allen Seiten 1,00 m ſtark mit ſchlechten Wärmeleitern umgeben. Zur Unterſtützung dienen vier über

[369]) Nach: Deutſche Bauz. 1884, S. 169.
[370]) Nach: Romberg's Zeitſchr. f. prakt. Bauk. 1861, S. 117 u. Taf. 19.
[371]) Nach: Deutſches Bauhandbuch. Band II, Teil 1. Berlin 1882. S. 354.
[372]) Nach: Enoti, F. Handbuch des landwirtſchaftlichen Bauweſens. 6. Aufl. Berlin 1879. S. 196.

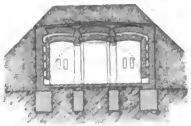
Digitized by Google



Querschnitt nach e d.



Längenschnitt.

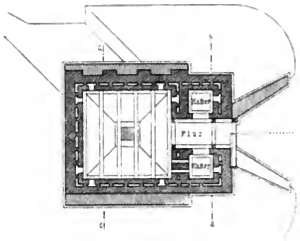


Querschnitt nach a b.

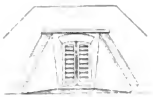
Fig. 360.

Eiskeller

für 62 cbm Eis[36b]).



Grundriß.

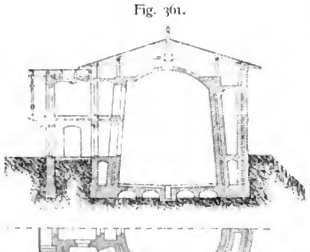


Ansicht des Kellereinganges.

1:200

Digitized by Google

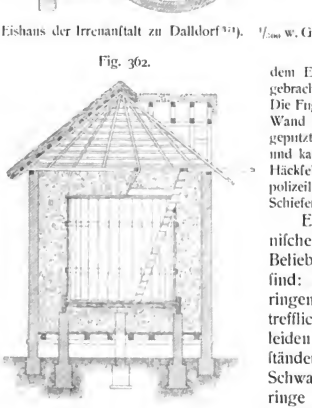
Fig. 361.



Eishaus der Irrenanftalt zu Dalldorf[371]). 1/200 w. Gr.

Kreuz geftellte Sandfteinpfeiler und vier fich auf diefe ftützende eichene Pfoften von 0,71 m Länge und 24 cm Stärke im Quadrat, welche den vier der Peripherie des Faffes entfprechend abgerundeten Holmen als Auflager dienen. Der 10 cm ftarke Eichenfußboden ruht auf einem Unterzuge. Der Eisbehälter befteht im Inneren aus 8 cm ftarken, untereinander verdübelten Bohlen aus Eichenholz, welche von zwei ftarken eifernen Bändern zufammengehalten werden, während die Außenfläche durch 3 cm ftarke, verdübelte Kiefernbretter gebildet wird. Der Deckel ift aus 6 cm ftarken Kiefernbohlen angefertigt. Eine Trittleiter führt bis zum Boden herab. Die Einfteigeöffnung ift von einem Bretterkaften umgeben, welcher oben und unten mit einer Tür verfehen ift, zwifchen welchen ein aus alten Wolldecken angefertigtes Kiffen den Luftzutritt hindert. Das Schmelzwaffer wird durch ein Bleirohr fortgeleitet, deffen Ende aufgebogen ift und fo einen Wafferverfchluß bildet. In einer Höhe von 0,57 m über dem Erdboden ift ein Fußboden nebft Balkenlage angebracht, um das Durchfallen des Häckfels zu verhüten. Die Fugen find mit Deckleiften gefchloffen; die maffive Wand ift innen mit Strohlehm, außen mit Kalkmörtel geputzt. Eine Tür ift mit trockenen Backfteinen verfetzt und kann leicht zum Herausnehmen und Erneuern des Häckfels geöffnet werden. Das Dach ift infolge feuerpolizeilicher Beftimmung nicht mit Stroh, fondern mit Schiefer gedeckt.

Fig. 362.



Eishaus des chemifchen Inftituts an der Univerfität Marburg[372]). 1/150 w. Gr.

Eishäufer in Holzfachwerk, fog. „amerikanifche“, erfreuen fich gegenwärtig einer großen Beliebtheit. Ihre Vorzüge vor den maffiven find: größere Billigkeit und, infolge der geringen Wärmeleitungsfähigkeit des Holzes, vortreffliche Konfervierung des Eifes. Dagegen leiden fie an zwei recht empfindlichen Übelftänden: fchnelle Vergänglichkeit durch Schwammbildung und Fäulnis, fowie fehr geringe Feuerficherheit, wie eine wahrhaft erfchreckende Zahl von Bränden in Amerika und Deutfchland jährlich auf das Neue beweift. Man tut daher gut, derartige Gebäude durch Anftrich des Holzwerkes mit dem in Art. 208 (S. 251) fchon erwähnten Karbolineum zu fichern und fie möglichft entfernt von anderen zu errichten. Fig. 363 zeigt ein auf Rittergut Lagowitz bei Schwiebus durch *Steinbarth* ausgeführtes Eishaus[373]).

Der 0,94 m meffende Zwifchenraum der Fachwände ift bis zur Balkenlage mit Torfgrus, der Raum bis zum Dachfirft mit Häckfel ausgefüllt; das Dach ift mit Stroh

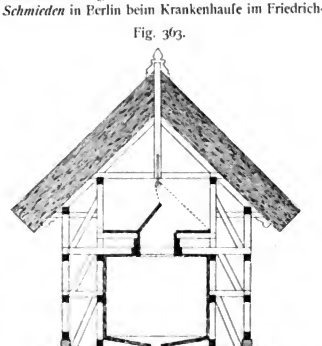
[371]) Nach: ROMBERG's Zeitfchr. f. prakt. Bauk. 1866, S. 134 u. Taf. 22.

Digitized by Google

gedeckt. Eine Treppe führt zur Aufzugsklappe, durch welche das Eis eingebracht wird. Der Roft in der Mitte des 10 cm ftarken Bohlenbodens befteht aus einer durchbrochenen Gußplatte. Der gemauerte Abzugskanal von 25 cm Weite mündet in eine bedeckte Senkgrube; ein Waffervertchluß wird darin vermißt; auch ift der Querfchnitt des Kanales zu groß.

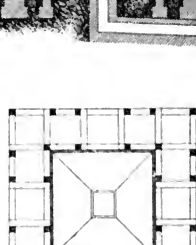
Ähnliche Anlagen find durch *Gropius & Schmieden* in Berlin beim Krankenhaufe im Friedrichhain und beim Zentralmilitärhofpital zu Tempelhof ausgeführt worden[374]); ferner enthält das unten[3.8]) genannte Werk mehrere praktifche Beifpiele.

Fig. 363.



Ein Eishaus kleinfter Art, auf nur 5 zweifpännige Fuhren Eis berechnet, ift in Fig. 364[376]) dargeftellt.

Auf den Fundamenten *M* liegt ein Roft von Balken *R*, mit Bretterboden abgedeckt. Über dem Rofte erhebt fich ein einfaches Fachwerkhäuschen. Schräg geftellte Streben *G* verbinden die Mitte des Bretterbodens mit den vier oberen Ecken des Häuschens. Von den Streben ausgehende Hölzer bilden eine auf den Kopf geftellte Pyramide, die mit Brettern verfchalt und mit Zink waffer-dicht abgedeckt ift. Letztere ift der Eisraum. Ein Röhrchen *A* forgt für die Entwäfferung. Die Räume zwifchen den beiden Bretterböden werden mit Spreu ausgefüllt; auch das Eis wird mit Spreu bedeckt. Die Entnahme gefchieht, indem man durch die Eingangstür *T* auf die Spreudecke ftcigt, letztere an irgend einer Stelle befeitigt und den Bedarf herausnimmt. Die Vorzüge find: 1) Trockenhaltung des Ifoliermaterials, 2) Vermeidung von leeren Räumen bei Verminderung des Eifes, 3) Verlangfamung des Schmelzvorganges im Sommer, da nach unten zu die ifolierenden Wände immer ftärker werden. Nach Angabe des Befitzers *v. Harnier* in Echzell (Oberheffen) genügt diefes Eishaus für einen ftarken Haushalt vollftändig, und trotz der auffallend kleinen Eismaffe ift in der Regel noch $^1/_4$ bis $^1/_5$ derfelben übrig.



Eishaus auf dem Rittergut Lagowitz bei Schwiebus[373]). — $^1/_{100}$ w. Gr.

211. Eisbehälter mit Lagerräumen.

Die Räume zum Aufbewahren von Fleifch und Getränken, welche durch das Eis kühl gehalten werden follen, kann man in verfchiedener Weife mit dem Eisraume verbinden. Kleinere Mengen laffen fich im Eingangsvorbau, welcher zum Anbringen der doppelten Türen erforderlich ift, bergen[377]). In der Regel genügt dies aber nicht. Fig. 365 zeigt den idealen Entwurf zu einem hölzernen Eishaufe mit Kühlraum[378]).

[374]) Veröffentlicht in: Zeitfchr. f. Bauw. 1870, Bl. 30; 1879, Bl. 23.

[3.8]) Wandrey, G. Die ländlichen Wirtfchaftsgebäude. Bd. 2. Halle 1879.

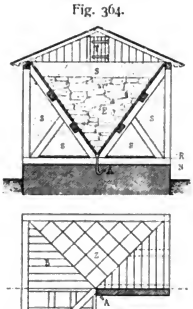
[376]) Nach: Gwhbl. f. Heffen 1885, S. 108.

[377]) Siehe auch: Teil III, Band 4 diefes „Handbuches", Art. 284, S. 246. (2. Aufl.: Art. 355, S. 337.)

[378]) Nach: Deutfche Bauz. 1869, S. 338.

Digitized by Google

Fig. 304.



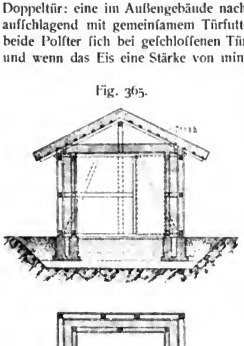
Eishaus in Bad Nauheim [376]). 1/100 w. Gr.

Die Baugrube wird bis 25 cm unter dem künftigen Fundament ausgehoben. Nach der einen Seite hin hat fie ein Gefälle von 1 : 50; ein Rigolengraben führt das Schmelzwaffer nach der Niederung ab. Hierauf wird die Baugrube bis zur Unterkante des Fundaments mit grobem Kies gefüllt und auf diefen das Fundament aufgemauert.

Das aus einem inneren und einem äußeren Gebäude beftehende Eishaus wird aus ungehobelten Schwellen und Stielen errichtet. Die äußeren Seiten des Außengebäudes werden mit rauhen, gefpundeten, die Innenfeiten des Außen- und Innengebäudes mit gewöhnlichen Schalbrettern benagelt, das Dach mit Rohr gedeckt, über das bei der Lage des Eishaufes in ftädtifchen Höfen noch Dachpappe gelegt wird. Der Lichtraum zwifchen den beiden inneren Schalungen foll mindeftens 42 cm betragen.

Der Innenbau enthält zwei Räume: den Eisraum und den Kühlraum. Die Höhe des Eisraumes wird bei kleineren Betrieben nicht über 2 m betragen, da das Füllen durch die Tür nicht wohl noch höher angängig ift; nur bei bedeutendem Eisbedarf wird man bei größerer Höhe des Eisraumes noch eine zweite Füllöffnung von oben anordnen. Der 42 cm weite Zwifchenraum wird mit trockenem Torfmull ausgefüllt, auch die Bretterdecke des Innenraumes mit folchem 40 cm hoch bedeckt; ebenfo wird der Fußboden 50 cm hoch mit Torffoden ausgefetzt, deren Fugen mit Sägefpänen ausgefüllt werden. Hierüber erhält der Kühlraum einen Bretterfußboden und der Eisraum einen Lattenroft, über den eine dünne Lage Stroh gebreitet wird. Zum Kühlraum führt eine Doppeltür: eine im Außengebäude nach außen auffchlagend und eine im Innengebäude nach innen auffchlagend mit gemeinfamem Türfutter. Die Türen find derart mit Strohpolftern bekleidet, daß beide Polfter fich bei gefchloffenen Türen berühren. Bei fcharfem Froft hält man die Türen offen, und wenn das Eis eine Stärke von mindeftens 10 cm hat, wird es in möglichft große Tafeln zerfägt und über dem Strohlager im Eisraum mit engen Fugen aufgefchichtet. Ift der Froft fcharf genug, fo gießt man die Fugen mit eiskaltem Waffer aus und läßt die Eistafeln zufammenfrieren. Ift die Kälte hierzu nicht ftark genug, fo ftreut man Kochfalz zwifchen die Tafeln, etwa 6 kg auf 1 cbm Eis. Nach dem Füllen des Eisraumes wird die Tür nach dem Kühlraume gefchloffen und braucht nur dann wieder geöffnet zu werden, wenn dem Lager Roheis entnommen werden foll. Dient das Eis aber nur zur Kühlung des Kühlraumes, fo bleibt diefe Tür ftets gefchloffen.

Fig. 305.



Entwurf zu einem hölzernen Eishaus mit Kühlraum [377]). — 1/150 w. Gr.

Die geringe Menge von Schmelzwaffer fickert durch die Torfpackung in den Kies und fließt in der Rigole ab oder verliert fich im fandigen Untergrunde. Die fämtlichen Hölzer läßt man zweckmäßig mit Karbolineum tränken.

Sollen Eishäufer auf engen Höfen errichtet und größere Eismengen auf kleiner Grundfläche untergebracht werden, fo legt man den Kühlraum über den Eisraum. Den Kühlraum kann man ähnlich wie in Fig. 363 von einer inneren Treppe aus zugänglich machen oder von einem Balkon aus, zu dem eine äußere Treppe führt. Gegen den Balkon ift der Kühlraum wieder mit einer Doppeltür abgefchloffen, wie wir fie vorhin befchrieben haben. Durch eine Falltür fteigt man auf einer Leiter in den Eisraum hinab.

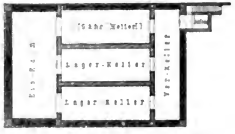
Digitized by Google

Sollen größere Mengen von Fleifch, Getränken etc. durch das Eis kühl gehalten werden, fo legt man entweder den Eisraum in die Mitte des Gebäudes, die Lagerräume rund herum (Lagerkeller mit Mitteleisraum) oder vor Kopf der Lagerräume (Lagerkeller mit Stirneisraum) oder oberhalb derfelben (Lagerkeller mit Obereisraum). Die letztere Art ift die vollkommenfte. Wir bringen daher von den beiden erfteren nur je einen Grundriß [379]).

Fig. 366.

Lagerkeller mit Mitteleisraum [379]).
1/240 w. Gr.

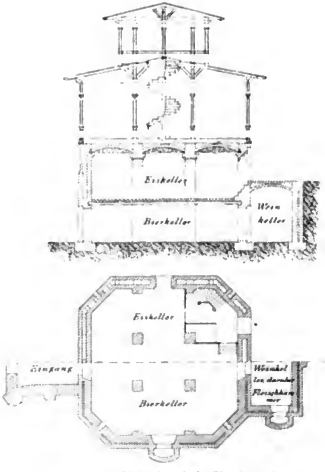
Fig. 367.



Lagerkeller mit Stirneisraum [379]).
1/200 w. Gr.

In Fig. 366 find um einen mittleren, bis zum Dache reichenden Eisbehälter die überwölbten Lagerräume für Biertonnen angeordnet. Der Dachraum über dem Eife ift mit Stroh angefüllt; die Lagerräume find oben und unten mit Brettern verfchalt, zwifchen denen fich Torf befindet. Die Umfaffungen des Eisraumes haben felbftredend keine Luftfchichten; hingegen find folche von 16 cm Weite in den Außenmauern der Lagerkeller angebracht. Öffnungen *c* in denfelben und ein Luftfchornftein bei *d* vermitteln zufammen mit den geöffneten Eingangstüren bei Froftwitterung die Durchlüftung. Gleichzeitig gelangt die kalte Luft durch einen Schacht *e* in den unter dem Pflafter befindlichen linken Seitenkanal und von da durch zahlreiche andere Kanäle unter dem Fußboden in den rechten Seitenkanal und von hier aus in einen Abzugsfchlot. So wird eine völlige Abkühlung des Fußbodens bewirkt. Bei eintretender gelinder Witterung werden alle diefe Öffnungen gefchloffen.

Fig. 368.



Eishaus am Halenfee bei Charlottenburg.
1/200 w. Gr.

Fig. 367 ftellt einen von *Linz* in Rawitfch erbauten Stirneis-Lagerkeller dar. An den Eisraum ftoßen zwei Räume zum Aufbewahren von Bier und ein Gärkeller für den Sommer, mit erfterem durch breite Öffnungen zur Entnahme von Eis und zum Abkühlen der Luft verbunden. Diefe Öffnungen können durch Bohlenverfatzftücke beliebig gefchloffen werden. Ein Vorkeller dient als Gärraum für den Winter. Alle Räume find zwifchen I-Trägern, bezw. Eifenbahnfchienen eingewölbt; über der Wölbung liegt eine 1,50 m ftarke Strohfchüttung. Das Einbringen des Eifes gefchieht durch Öffnungen in den Wänden des Eisraumes, von denen je zwei in der vorderen fchmalen Seite und in der Langfeite übereinander angelegt find und zu denen eine hölzerne Freitreppe führt. Die Lager- und Gärräume werden durch über Dach geführte Schlote *b* und durch Schornfteine in den Wänden mittels leicht ftellbarer Verfchlüffe gelüftet. Die Fußböden find auf Ziegelpflafter afphaltiert; das Eis liegt auf einem Holzroft.

[379]) Nach: SCHIFFNER, J. Der Eiskellerbau in Maffiv- und Holzkonftruktion etc. 2. Aufl. Berlin 1886. S. 28, 33.

Digitized by Google

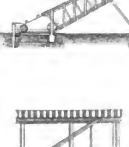
Die Bierfäſſer ruhen an den Langwänden rechts und links auf Eiſenbahnſchienen, welche über niedrige Mauerſockel geſtreckt ſind.

In Fig. 368 geben wir eine von *Ende & Böckmann* in Berlin am Halenſee bei Charlottenburg in Verbindung mit einer Reſtauration ausgeführte Anlage. Es iſt dies ein Lagerkeller mit Obereis.

Das Gelände iſt ſtark anſteigend. Zu unterſt liegt der Bierkeller, daneben ein Weinkeller, über letzterem die Fleiſchkammer. Der Bierkeller iſt mit Wellblech auf eiſernen Trägern abgedeckt; darüber befindet ſich der Eiskeller; das Eis liegt auf einem Lattenroſte. Das Wellblech hat eine geringe Neigung zur Mitte, damit das Schmelzwaſſer abläuft und die Umfaſſungswände trocken bleiben. In der Mitte tropft das Waſſer durch einen Schlitz in der Wellblechdecke auf die mit Gefälle gepflaſterte Sohle des Bierkellers und läuft hier zwiſchen den Biertonnen zu den Verſickerungsgruben. Über dem Eiskeller befindet ſich eine Bohlendecke und darüber Gewölbe; der

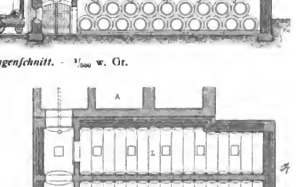
Fig. 369.

Längenſchnitt. – $^1/_{500}$ w. Gr.



Droſſelklappe.

$^1/_{100}$ w. Gr.



Grundriß. – $^1/_{500}$ w. Gr.

Eiskeller der Viktoriabrauerei zu Berlin[386]).

Zwiſchenraum iſt mit Torfgrus ausgefüllt. Im Inneren des Eiskellers ſind die Wände mit Strauchwerk bekleidet. Über demſelben liegt die mit Aſphaltfußboden verſehene Reſtaurationshalle. Die Umfaſſungsmauern ſind aus feſten, klinkerartigen Backſteinen mit 30 cm Hohlraum ausgeführt.

Bei der in Fig. 369 dargeſtellten Eiskelleranlage der Viktoriabrauerei in Berlin[386]) iſt zwiſchen dem Bierlagerraume und dem darüber befindlichen Eisraume eine Kaltluftkammer eingeſchaltet worden, vermöge deren man im ſtande iſt, alle Mängel der älteren Anlagen zu beſeitigen. Das Eis lagert in einem oberen Geſchoß ganz über der Erde, während der Bierlagerraum nur wenig in dieſelbe eingeſchnitten iſt. Zwiſchen beiden befindet ſich die Kaltluftkammer.

Nach obenſtehender Grundrißſkizze beſteht der Lagerkeller aus drei durch ſtarke Mauern getrennten Räumen *L*, welche durch Schiebetüren von einem gemeinſchaftlichen Flurgang *C* abgeſchloſſen ſind. Die Sohle iſt gemauert und mit Aſphalt abgedeckt, der Flurgang mit größeren, die Lagerräume mit kleinen, flachen Kappen zwiſchen Eiſenbahnſchienen in Hohlſteinen überwölbt.

[386]) Nach: Centralbl. d. Bauverw. 1882, S. 158.

Digitized by Google

Die Scheidemauern find zum Auflagern der das Eis tragenden Eifenkonftruktionen höher geführt und, um das Herablaufen des Schmelzwaffers an denfelben zu verhüten, oben durch Auskragen verbreitert und mit ftarkem, eine Traufkante bildenden Zinkblech abgedeckt. Auf ihnen ruhen in Abftänden von 1,60 m etwa 1,00 m hohe Parabelträger, auf deren oberer, wagrechter Gurtung ein Bohlenroft aus 8 × 13 cm ftarken, hochkantig in Zwifchenräumen von 5 cm verlegten Hölzern liegt. Auf höher geführten Pfeilern finden dann, wie aus dem beigefügten Schnitt erfichtlich, die Träger ihr Auflager, welche die aus flachen Hohlfteinkappen zwifchen Eifenbahnfchienen gebildete Decke des Eisraumes tragen. Darüber liegt eine etwa 1,50 m hohe Überfchüttung aus ifolierendem Material: Torfgrus, Stroh, Häckfel. Das flache Dach endlich ift mit Holzzement abgedeckt.

Die Kappen über dem Bierlager find auf einer Abgleichung forgfältig mit Gefälle nach dem Flurgang hin abgepflaftert, darauf mit Holzzement belegt. Das Bierlager fteht mit der Kaltluftkammer durch lotrechte, quadratifche Holzfchächte *V* in Verbindung, deren oberer Rand mit Zink bekleidet ift; über diefelben find fchräge Zinkwellbleche fo aufgeftellt, daß das herabträufelnde Schmelzwaffer nicht in den Lagerkeller hinabfallen kann, vielmehr auf den Holzzementbelag der gewölbten Lagerkellerdecke abgeleitet wird. In den Schächten befinden fich hölzerne Droffelklappen, mittels deren diefelben abgefchloffen werden können. Werden die Klappen dagegen lotrecht geftellt, fo zerlegen fie den Schacht in zwei Abteilungen, die, infolge der Abfchrägung des Schachtkaftens am unteren Ende, von verfchiedener Länge find und eine felbfttätige Luftbewegung herbeiführen. Die in den oberften Schichten im Lagerkeller befindliche wärmere Luft fteigt durch den kürzeren Schacht nach oben, während die bis faft auf 0 Grad abgekühlte, fpezififch fchwerere Luft der Kaltluftkammern durch den längeren Schacht in den Lagerraum hinabfinkt. Sobald alfo die Temperatur in den Bierlagerräumen über 20 Grad R. geftiegen ift, genügt das Öffnen einiger Droffelklappen, um in kurzer Zeit die nötige Abkühlung zu erzielen. Für die Schächte genügt erfahrungsmäßig eine mäßige Länge bei einem Querfchnitt von etwa 90 cm im Quadrat. In den Kappen des Flurganges find ebenfalls folche Lüftungsfchächte angebracht, da diefer Raum als Lager mitbenutzt wird. — Das aus dem Eisraume abfließende Schmelzwaffer wird über dem Flurgang abgeleitet und in der Brauerei zu Kühlzwecken weiter verwendet, wobei der Umftand, daß es in ziemlicher Höhe über dem Gelände austritt, fehr zu ftatten kommt.

Die Umfaffungsmauern des Gebäudes find in der ganzen Höhe 1,14 m ftark und enthalten 2 Luftfchichten von je 13 cm Weite, welche fo gelegt find, daß die äußeren Wandteile 38 cm, die mittleren und inneren je 25 cm ftark find. Die Innenfeiten der Luftfchichten find mit Rapputz verfehen. Außer diefen Ifolierungen war beabfichtigt, die Innenfeiten der Mauer im Eislager noch ganz mit einer Holzwand, welche abermals eine ifolierende Luftfchicht abgefchnitten hätte, zu bekleiden; da diefelbe jedoch fehr dem Verfaulen ausgefetzt und dadurch die Luft des Eiskellers leicht verdorben wäre, auch wahrfcheinlich nach einigen Jahren zu koftfpieligen Ausbeffferungen Veranlaffung gegeben hätte, fo hat man von ihrer Ausführung Abftand genommen. Es kann jedoch in Frage kommen, ob diefe Holzwand, außer als Ifolierung, nicht auch als ein Schutz der Mauern gegen den zerftörenden Einfluß des Schmelzwaffers, das jetzt in das Mauerwerk eindringt, von Wichtigkeit gewefen und daher beffer beibehalten worden wäre.

Um von Zeit zu Zeit eine vollkommene Lufterneuerung in der ganzen Anlage vornehmen zu können, find an den 4 Ecken des Eisraumes gemauerte Lüftungsfchächte, die für gewöhnlich mit ifolierenden Deckeln verfchloffen find, durch die Kappen bis über Dach geführt. Zu demfelben Zwecke find im unteren Flurgang Doppelfenfter angelegt, welche im Sommer zugefetzt und dicht abgefchloffen werden, im Winter aber zur Auskühlung, Lüftung und Erhellung der Räume dienen.

Das Eis wird in das Gebäude mittels eines Paternofterwerkes *P* finnreicher Konftruktion, unter Benutzung einer Lokomobile, eingefüllt, und zwar wird es dicht unter der oberen Decke eingebracht und auf einer fchiefen Ebene verteilt. Wenn der ganze Raum gefüllt ift, wird, nach möglichfter Auskühlung bei Froftwetter, eine etwa 75 cm hohe Schicht von Hobelfpänen über der Eismaffe ausgebreitet, deren außerordentlich ifolierende Wirkung Schutz gegen die fich oben anfammelnde wärmere und fchlechtere Luft bieten foll.

Über Eiskeller in unmittelbarer Verbindung mit Bierbrauereien wird in Teil IV Halbband 3 diefes „Handbuches“ (Abt. III, Abfchn. 2, C, Kap. über „Bierbrauereien“) das Erforderliche befprochen werden.

212. Einbringen des Eifes.

Zum Schluß hätten wir noch etwas über das Einbringen des Eifes zu fagen. Am beften ift es, große Stücke durch Zerfägen der Eisdecke zu gewinnen und verbandmäßig zu packen. Hat man nur kleine, unregelmäßige Stücke, fo find diefe während des Einwerfens in möglichft kleine Stücke zu zerfchlagen. Durch

Digitized by Google

Einſtreuen von Kochſalz (etwa 9 kg auf die zweiſpännige Fuhre), Übergießen mit Waſſer und fleißiges Öffnen der Türen an den Frosttagen erreicht man, daß die ganze Maſſe zu einem koloſſalen Blocke zuſammenfriert [381]).

Literatur

über „Eisbehälter".

HARZER, F. Die Anlegung der Eiskeller. Weimar 1853. — 2. Aufl. 1864.

SWOBODA, K. Anlegung und Benutzung der Eiskeller. Weimar 1853. — 4. Aufl. von E. NÖTHLING. 1886.

BRAASCH, W. Eiskeller. ROMBERG's Zeitſchr. f. prakt. Bauk. 1854, S. 7.

Ueber Eiskelleranlagen. HAARMANN's Zeitſchr. f. Bauhdw. 1860, S. 33.

EMMICH. Mittheilungen über die Anlage von Eisgruben und Eishütten. ROMBERG's Zeitſchr. f. prakt. Bauk. 1861, S. 117.

LEUCHS, J. C. Anweiſung zum Bau oberirdiſcher Eisgebäude mit geringen Koſten etc. 2. Aufl. Nürnberg 1862.

ENDE, H. Nebenbaulichkeiten der Villa v. d. Heydt in Berlin. Zeitſchr. f. Bauw. 1863, S. 5.

Les glacières du bois de Boulogne. Nouv. annales de la conſt. 1863, S. 177.

SCHLESINGER, J. Der Eiskellerbau in Maſſiv- und Holz-Conſtruction, ſowohl in wie über der Erde. Berlin 1864. — 2. Aufl. 1886.

ROTH. Eiskelleranlage im Bois de Boulogne. Zeitſchr. f. Bauw. 1864, S. 589.

Eiskeller mit Pavillon auf Rittergut Groß-Ziethen. ROMBERG's Zeitſchr. f. prakt. Bauk. 1866, S. 10.

STEINBARTH. Eiskeller auf Rittergut Lagowitz bei Schwiebus. ROMBERG's Zeitſchr. f. prakt. Bauk. 1866, S. 133.

Der Bau des Eishauſes. HAARMANN's Zeitſchr. f. Bauhdw. 1866, S. 106.

De la conſtruction des glacières. Revue gén. de l'arch. 1866, S. 53.

HELDBERG. Ueber Eiskeller und Eishäuſer. Zeitſchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1867, S. 24.

Ueber Eisbehälter. Baugwks.-Ztg. 1869, S. 184, 192.

STREFFUWITZ, W. v. Amerikaniſche Eishäuſer. Zeitſchr. d. bayer. Arch.- u. Ing.-Ver. 1870, S. 77.

Eishaus in Nachrodt. HAARMANN's Zeitſchr. f. Bauhdw. 1870, S. 29.

KAEMP. Ueber die Conſtruction und den Betrieb der neuen ſog. norddeutſchen Eishäuſer in Rummelsburg bei Berlin. Deutſche Bauz. 1871, S. 52.

Eishaus auf dem adl. Gute Marienthal bei Eckernförde. Baugwks.-Ztg. 1872, S. 379.

Des glacières. Gaz. des arch. et du bât. 1873, S. 107, 111, 129.

SWOBODA, C. Die Anlegung und Benutzung transportabler und ſtabiler Eiskeller oder Eiſchränke, Eisreſervoirs und amerikaniſcher Eishäuſer, ſo wie die Conſtruction und der Gebrauch von Milch-, Waſſer- und Luftkühlern, Gefrornesmaſchinen etc. 3. Aufl. von F. HARZER's Anlegung und Benutzung der Eiskeller. Weimar 1874.

Ueber Eiskeller. Zeitſchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1875, S. 433.

KLETTE, R. Plan eines Eishauſes. HAARMANN's Zeitſchr. f. Bauhdw. 1877, S. 41.

MOSE, J. E. Beitrag zur Frage: Ob Eishaus oder Eiskeller. Baugwks.-Ztg. 1878, S. 187.

Zwei Eishäuſer. Baugwks.-Ztg. 1880, S. 27.

POLACK, M. Eiskelleranlage der Victoriabrauerei in Berlin. Centralbl. d. Bauverw. 1882, S. 138.

Ueber Anlage von Eishäuſern. Baugwks.-Ztg. 1882, S. 538.

Eiskeller-Anlagen. Geſundh.-Ing. 1883, S. 73.

NIESS, A. Eishaus des Herrn *Th. Fricke* in Braunſchweig. Baugwks.-Ztg. 1884, S. 282.

Eishausbau. Baugwks.-Ztg. 1884, S. 751.

MOSE-KIEL, J. E. Beſchreibung vom Umbau einer Eiskelleranlage. Baugwks.-Ztg. 1884, S. 905.

Ueber die Anlage von Eiskellern. Baugwks.-Ztg. 1884, S. 950.

Eiskeller-Anlage aus Beton. Deutſche Bauz. 1884, S. 109.

Einfache Hütten zur Aufbewahrung von Eis. Baugwks.-Ztg. 1885, S. 307.

Kleines Eishaus mit Kühlraum für Speiſen und Getränke. Baugwks.-Ztg. 1885, S. 726.

GRÜNZWEIG, C. Ergebniſſe vergleichender Verſuche über die Leiſtungen von Eiskellern, hergeſtellt aus verſchiedenen Materialien. Deutſche Bauz. 1885, S. 330. Geſundh.-Ing. 1885, S. 537.

Ein neues Eishaus. Wiener Bauind.-Ztg., Jahrg. 2, S. 310.

[381]) Siehe auch Teil III, Band 4 dieſes „Handbuches", Art. 284, S. 242 (2. Aufl.: Art. 341, S. 326).

Digitized by Google

Eiskeller. Baugwks.-Ztg. 1886, S. 209.
MOSE, J. E. Anzulegender Eisraum für Kühlung einer Fleifchkammer in vorhandenen Räumen. Baugwks.-Ztg. 1886, S. 829.
KOCH, J. Bier-Dépôts. Baugwks.-Ztg. 1887, S. 558.
EHRICH. Ein Stirn-Obereiskeller. HAARMANN's Zeitfchr. f. Bauhdw. 1887, S. 2.
SCHÄFER & SCHWARZ. Neue Konftruktion von Eishäufern. HAARMANN's Zeitfchr. f. Bauhdw. 1887, S. 38.
Ice houses. Building, Bd. 6, S. 162.
ABEL, L. Die Kunft in ihrer Anwendung auf den Grundbefitz. Wien 1889. S. 353: Eisgruben.
STURMFELS. Eiskeller zu Bad-Nauheim. Gwbbl. f. Heffen 1890, S. 191.
Ein Eiskeller in Monier-Bauweife. Centralbl. d. Bauverw. 1891, S. 51.
Eishaus bei Nymphenburg. Baugwks.-Ztg. 1891, 774.
Ein Eiskeller in Monierbauweife. Baugwks.-Ztg. 1891, S. 1272.
DURANT, G. *Conftruction d'une glacière économique. La conftruction moderne*, Jahrg. 6, S. 428.
ROGGE, A. Eishaus für die Spandauer Bergbrauerei in Spandau-Berlin. Baugwks.-Ztg. 1892, S. 1133.
NÖTHLING, E. Die Eiskeller, Eishäufer und Eifchränke etc. 5. Aufl. Weimar 1895.
Eishaus des Torfwerkes Hafpelmoor in Bayern. Deutfche Bauz. 1897, S. 377.
WILCKE. Eiskeller für ein größeres Gut. HAARMANN's Zeitfchr. f. Bauhdw. 1897, S. 1.
KAYSER. Ein praktifches Eishaus. Deutfche Bauz. 1899, S. 338.
BERNHARD, K. Eisfpeicher und Eisdruck. Centralbl. d. Bauverw. 1899, S. 81.
SCHULZ, B. Eisfpeicher und Eisdruck. Centralbl. d. Bauverw. 1899, S. 140.
Ueber den Bau von Eiskellern. HAARMANN's Zeitfchr. f. Bauhdw. 1899, S. 185.
Eishaus, ausgeführt von MIHATSCH & UBRICH in Mähr. Oftrau. UHLAND's Techn. Rundfchau, Gruppe II, 1899, S. 27.
WYGASCH, P. Ueber den Bau von Eiskellern. Wiener Bauind.-Ztg., Jahrg. 16, S. 303.
Eishaus, entworfen von Ingenieur KAYSER. UHLAND's Techn. Rundfchau 1900, Ausg. II, S. 60.
SCHATTENBURG, H. Die Eiskeller, Eishäufer, Kühlräume und Lagerkeller etc. Halle 1893.
Der Korkftein und feine Anwendung zu Eiskelleranlagen, fowie Kühlräumeanlagen der Neuzeit. HAARMANN's Zeitfchr. f. Bauhdw. 1894, S. 113, 122, 132.
Ueber Eishütten. Zeitfchr. f. d. gef. Kälte-Induftrie 1895, S. 11.
Ueber Eiskeller aus Zementdielen. Baugwks.-Ztg. 1897, S. 1601.
MENZEL, C. A. Der Bau des Eiskellers fowohl in wie über der Erde, vermittelft Torf, Stroh oder Rohr und das Aufbewahren des Eifes in demfelben. Nebft einer Befchreibung zur Anlage von Eisbehältern in Wohngebäuden und Zubereitung des eßbaren Eifes. 5. Aufl. von E. NOWÁK. Neudamm 1900.
BEHREND, G. Der Eiskellerbau etc. Halle 1900.
VOGEL, F. R. Zur Anlage von Eishäufern. Deutfche Bauz. 1900, S. 119.
In das Haus eingebauter Eifchrank. Deutfche Bauz. 1900, S. 383.
MENZEL. Der Bau der Eiskeller, Eishäufer, Lagerkeller und Eifchränke etc. 6. Aufl. von A. SCHUBERT. Neudamm 1903.

Ferner:

Zeitfchrift für die gefammte Kälte-Induftrie. Herausg. von H. LORENZ. München u. Leipzig. Erfcheint feit 1894.
Eis- und Kälte-Induftrie. Herausg. von C. SCHMITZ. Berlin. Erfcheint feit 1899.

b) Kühlanlagen mit künftlicher Kälteerzeugung.

Von ERNST BRÜCKNER.

213. Künftliche Kälteerzeugung.

Den im vorhergehenden behandelten Einrichtungen zur nutzbaren Verwendung des von der Natur gefpendeten Eifes ift während des Entwickelungsganges der menfchlichen Kultur eine ftets wachfende Bedeutung zu eigen geworden. Nicht nur des Feuers Macht ift wohltätig in der Gewalt des Menfchen; auch die allem Leben fcheinbar feindliche Erftarrung bringende Kälte, die in periodifchem Wechfel unfere Erdzone befällt, verftand der Menfchengeift in gewiffem Grade in fein Joch zu zwingen.

Digitized by Google

Die Natur bietet uns einen unerſchöpflichen Kältevorrat im winterlichen Eis; wir haben gelernt, mit dieſem die Kälte zu ernten, aufzuſtapeln, zu verſchicken und ſie anderen Ortes und anderer Zeit unſerem Nutzen und Wohlſein dienlich zu machen. Nicht zufrieden mit den von der Natur dargebotenen Kältegraden hat man längſt gelernt, das Eis zur Vereinigung mit ihm feindlichen Stoffen zu zwingen und ihm ſo Kälte in weſentlich verſtärkter Form zu entlocken. Aber gleichwie das Feuer, in allen ſeinen natürlichen Formen erforſcht, durch künſtliche Modifikationen in ſeinen Wirkungen geſteigert, ſchließlich doch übertrumpft wurde durch andere, künſtliche Mittel der Hitzeerzeugung und Wärmeverwendung, ſo genügt den ſtolzen Anſprüchen unſerer Zeit weder die natürliche, noch eine abgeänderte Form der atmoſphäriſchen Kälte; dieſe iſt als Dienerin des Menſchengeiſtes längſt übertroffen durch die künſtlich erzeugte Kälte. Der Kühlung mit Natureis iſt in der Gefriertemperatur des Waſſers eine beengende Grenze geſteckt; die Überſchreitung derſelben durch Kältemiſchungen kommt wegen ihrer Koſtſpieligkeit für die Induſtrie nicht in Frage. Die Regulierbarkeit der Temperatur iſt durchaus unzulänglich; die Feuchtigkeit der gekühlten Luft erreicht bei Eiskühlung von ſelbſt den Größtwert, meiſt in durchaus unerwünſchter Weiſe. Die Reinheit der mit Eis gekühlten Luft iſt ſtets durchaus fragwürdig; zur unmittelbaren Kühlung von Getränken, ſowie für mediziniſche Zwecke ſoll Natureis wegen ſeines Reichtumes an Bakterien überhaupt nicht verwendet werden. So müſſen wir in vielen Fällen ſelbſt da auf die Verwendung von Natureis verzichten, wo es in überreicher Menge faſt koſtenlos geboten wird. In eisarmen Gegenden ſtellt ſich die Koſtſpieligkeit der Herbeiſchaffung als ein weiteres bedeutendes Hindernis der Verwendung von Natureis entgegen.

214. Heutige Kälteinduſtrie.

Die heutige Kälteinduſtrie iſt nicht als eine Entwickelungsform der bis vor etwa 30 Jahren herrſchenden natürlichen Kühlverfahren anzuſehen; ſie iſt vielmehr, durch geniale Denker als ein Bedürfnis vorausgeſehen, auf völlig neuen Bahnen, unter Benutzung völlig anderer, teils während des Vordringens auf dieſen Bahnen erſt erkannter Naturgeſetze, zielbewußt, in ſchnurgerader Richtung zu ihrer heutigen Bedeutung geführt worden. Die Grundlagen, auf denen dieſer für die Wohlfahrt der Menſchheit in höchſtem Maße bedeutungsvolle Fortſchritt gedeihen konnte, ſind von hervorragenden Phyſikern der beiden letzten Jahrhunderte geſchaffen worden. Die neue Bahn wurde um die Mitte des vorigen Jahrhunderts von gelehrten Praktikern mit mehr oder weniger Erfolg betreten; der wirkſame Impuls zur Verbreitung der neuen Induſtrie über die Erde und die beiſpiellos raſche Vervollkommnung derſelben bis zur Grenze des Erreichbaren knüpften ſich an den Namen *Carl Linde*.

Über die künſtliche Kälteerzeugung im Dienſt der Induſtrie ſoll im folgenden eine gedrängte Überſicht geboten werden. Wir betrachten zunächſt die induſtriell wertvollen Verfahren der Kälteerzeugung, ſodann die derjenigen Kälteverwendung; beide ſtehen in naher Wechſelbeziehung zueinander; ſie bedingen ſich gegenſeitig in ihren beſonderen Formen und ſind nicht beliebig kombinierbar.

1) Kälteerzeugung.

215. Überſicht.

Die heute bereits zu beträchtlichem Umfang angewachſene Literatur über Kältemaſchinen geht bei der Klaſſifikation derſelben von verſchiedenen Geſichtspunkten aus, die zum Teil dem heutigen Stand der Wiſſenſchaft nicht völlig entſprechen, zum Teil dadurch entwertet worden ſind, daß zwiſchen den geſonderten

Digitized by Google

Gruppen Verbindungsglieder eingeschaltet wurden, welche eine klare Unterscheidung hindern. So wird die von *Zeuner* eingeführte Einteilung in Kaltluftmaschinen und Kaltdampfmaschinen in dem Augenblick hinfällig, in dem wir die Luft, welche des Titels eines „permanenten Gases" ja längst durch die Wissenschaft entkleidet wurde, auch in der Kältemaschine Eigenschaften betätigen sehen, welche die kondensierbaren Gase als Dämpfe kennzeichnen.

Dem vorliegenden Zweck wird es entsprechen, wenn wir, von feineren Unterscheidungen absehend, die Kältemaschinen zur rechten und zur linken trennen, hier solche, denen eine gewerbliche Bedeutung zur Zeit nur in geringem Maße beigemessen werden kann, dort diejenigen, welche die Träger der heutigen Bedeutung der Kälteindustrie sind.

Dieser Vorgang enthebt uns gleichzeitig der Schwierigkeit, der Störung der Klassifikation durch die obenerwähnten Zwittergebilde Rechnung tragen zu müssen; denn diese, die kombinierten Absorbtions-Kompressions-Kältemaschinen, haben sich eine gewerbliche Bedeutung nicht errungen.

216. Absorbtions-Kältemaschinen.

α) Den Absorbtions-Kältemaschinen muß eine geringe gewerbliche Bedeutung zugesprochen werden. Die letztere (nicht sowohl ihre Entstehung überhaupt) verdanken sie dem rühmlichst bekannten Erfinder *Carré*, der 1862 die erste kontinuierlich arbeitende Kältemaschine dieses Systems hervorbrachte, welche der gleichzeitig in ihrer Entwickelung begriffenen Kaltluftmaschine durch einen wesentlich höheren Nutzeffekt den Rang ablief. Das ziemlich verwickelte System der *Carré*'schen Absorbtionsmaschine sei in folgendem möglichst kurz geschildert. Als aktive Körper arbeiten in derselben Ammoniak (NH_3) und Wasser, als passiver eine schwer gefrierbare Flüssigkeit (Soole).

Verflüssigtes NH_3 wird in einem Röhrensystem niedrigem Druck ausgesetzt; die sich entwickelnden gesättigten NH_3-Dämpfe bedingen die in diesem Apparat, dem Verdampfer oder Refrigerator, herrschende Temperatur, da diese ja bei den gesättigten Dämpfen eine Funktion des Druckes ist. Der entwickelte NH_3-Dampf wird von kaltem Wasser begierig absorbiert, wodurch einer Drucksteigerung des ersteren vorgebeugt und seine Temperatur auf der gewünschten Tiefe, z. B. −10 Grad C., erhalten wird. Das verdampfende kalte NH_3 entzieht dabei seiner Umgebung (Soole) beständig Wärme und erhält diese auf einer Temperatur, die bei richtiger Abmessung der Rohroberfläche nur um einige Grade höher liegt als diejenige des NH_3, z. B. −7 Grad C. Die Absorbtion des entwickelten NH_3-Dampfes geschieht in einem zweiten Gefäß, dem Absorber, welcher mit möglichst kalter und schwacher, daher absorbtionsfähiger Lösung von NH_3 in Wasser gespeist und außerdem durch eine Rohrschlange durchströmendes Wasser gekühlt wird; durch letzteres wird die den Absorbtionsvorgang begleitende Wärmeentwickelung unschädlich gemacht. Die gesättigte Ammoniaklösung wird aus dem Absorber in den unter höherem Druck stehenden Kocher übergepumpt; in diesem wird durch Heizung (mittels Dampfschlange) das NH_3 zum großen Teil aus der Lösung ausgetrieben und tritt als Dampf mit hoher Temperatur in den Kondensator, woselbst seine Abkühlung und Verflüssigung erfolgt. In tropfbarem Zustand gelangt das NH_3 durch ein Drosselventil in den Verdampfer zurück, womit der die Kontinuierlichkeit des Betriebes ermöglichende Kreislauf geschlossen ist. Das Drosselventil regelt den im Verdampfer herrschenden Druck und zugleich die Temperatur, weshalb es Regulierventil heißt. Im Kocher bleibt heißer Salmiakgeist zurück, welcher wieder in den Absorber zurückzuführen ist behufs neuerlicher Anreicherung mit NH_3. Zweckmäßigerweise wird zwischen dem Absorber und dem Kocher ein

Digitized by Google

Apparat eingeschaltet, in welchem ein angenäherter Temperaturausgleich zwischen der kalten gesättigten Lösung einerseits und der heißen erschöpften andererseits stattfindet, wodurch erstere kostenlos vorgewärmt, letztere vorgekühlt wird. Dieser Apparat, der Temperaturwechsler, bewirkt eine Ersparung an Brennstoff, sowie an Kühlwasser.

Mancherlei Hinzufügungen, welche die Absorbtionsmaschine seit *Carré* erfahren hat, können wir übergehen, da dieselben keine bedeutende Verbesserung des Nutzeffekts herbeizuführen vermochten. Jedenfalls haben diese Hinzufügungen der Absorbtionsmaschine nicht die Möglichkeit geboten, mit der bald nach ihr auf den Plan tretenden Kompressions-Kaltdampfmaschine erfolgreich in Wettbewerb zu treten, da letztere einen weit geringeren Bedarf an Brennstoff und an Kühlwasser erforderte[382]).

217. Wasserdampf-Absorbtionsmaschinen.

Ein dem *Carré*'schen verwandtes System bilden die Wasserdampf-Absorbtionsmaschinen; ihre gewerbliche Bedeutung ist jedoch in noch beschränkteren Grenzen geblieben. Diese Maschinen sind als „Vakuum-Maschinen" allgemein, wenn auch nicht gerade rühmlich, bekannt geworden; sie können eigentlich nur als Laboratoriumsapparate bezeichnet werden, weil einer der in ihnen aktiven Körper, konzentrierte Schwefelsäure, in der Behandlung durch gewerbliche Arbeiter leicht seine zerstörenden Eigenschaften unangenehm geltend macht, und weil der andere aktive Körper, Wasserdampf, sehr schwer in denjenigen Zustand zu bringen ist, in welchem er Wärme bei tiefer Temperatur aufnehmen kann. Hierzu ist nämlich die Erniedrigung der Dampfspannung auf 1 bis 2 mm Quecksilbersäule erforderlich; die kontinuierliche Erhaltung eines so niedrigen Druckes im Verdampfer ist überhaupt nicht gelungen. Deshalb arbeiten diese Maschinen nur intermittierend, was einer gewerblichen Verwendung hinderlich ist. Ferner ist das Konzentrieren der sich beständig durch Aufnahme von Wasserdampf verdünnenden Schwefelsäure eine höchst unangenehme Verrichtung, und schließlich erfordern diese Maschinen Ausgaben für Reparaturen, deren Höhe mit der Nutzleistung in keinem rationellen Verhältnis steht. Von einer Beschreibung dieser Maschinen möge daher an dieser Stelle abgesehen werden.

218. Kaltluftmaschinen.

Nicht ganz mit Stillschweigen übergehen können wir die oben bereits erwähnten Kaltluftmaschinen. Ihr Todesurteil ist zwar schon wiederholt ausgesprochen worden; aber sie leben trotzdem weiter und behaupten sich als Kälteerzeuger im Bereich der russischen und amerikanischen Kriegsflotten, und zwar aus dem Grunde, weil der in ihnen aktive Körper, die atmosphärische Luft, in seiner Billigkeit und Harmlosigkeit unerreicht dasteht. Hierdurch können allerdings nur unter ganz besonderen Umständen und teilweise die Mängel aufgehoben werden, welche den Kaltluftmaschinen in ihrer bisherigen Gestaltung und Wirkungsweise anhaften. Letztere wird dadurch gekennzeichnet, daß Luft in einem Kompressor verdichtet wird, um sich nach erfolgter Wiederabkühlung in einem Expansionszylinder unter Arbeitsleistung und Selbstabkühlung wieder auszudehnen. Nun ergeben alle Maschinen, bei denen sich ein Kreisprozeß wechselweise in einem Kompressions- und einem Expansionszylinder vollzieht, erfahrungsmäßig einen schlechten mechanischen Wirkungsgrad, welcher alle theoretischen Vorteile solcher Kreisprozesse illusorisch macht. Dazu kommt bei den Kaltluftmaschinen noch der Übelstand, daß wegen der geringen Wärmekapazität der atmosphärischen Luft relativ ungeheure Mengen derselben herangezogen werden müssen, um eine ge-

[382]) Absorbtionsmaschinen der beschriebenen Art werden zur Zeit noch gebaut von den Firmen *Vaas & Littmann* in Halle, *Wegelin & Hübner* ebendaselbst u. a.)

Digitized by Google

nügende Kälteleiſtung zu erhalten. 1 cbm Luft nimmt nämlich bei Erwärmung um 1 Grad C. nur 0,3 Wärmeeinheiten auf; aus dieſer geringen Wärmeaufnahmsfähigkeit ergibt ſich die Notwendigkeit, einerſeits unförmlich große Maſchinen zu verwenden, andererſeits die Selbſtabkühlung der Luft auf eine ſehr tiefe Temperatur zu treiben. Erſteres verſchlechtert den mechaniſchen, letzteres den theoretiſchen Wirkungsgrad der Maſchinen; das Produkt aus dieſen beiden iſt eine ſo armſelige Leiſtung, daß das obenerwähnte Todesurteil dieſer Art von Kaltluftmaſchinen berechtigt erſcheint. Doch iſt es nicht ausgeſchloſſen, daß, wie ein Phönix aus der Aſche, eine auf völlig abgeänderten Grundgedanken beruhende Kaltluftmaſchine entſtehen kann, um den heute das Feld beherrſchenden Kompreſſions-Kaltdampfmaſchinen gewiſſe Gebiete mit Recht ſtreitig zu machen.

219. Kompreſſions-Kaltdampfmaſchinen.

β) Die Kompreſſions-Kaltdampfmaſchinen bilden eine Familie, deren Glieder, untereinander ſehr ähnlich, Gegenſtände eines erbitterten Kampfes um den Vorrang ſind. Der große Erfolg dieſer Maſchinen ſcheint dem Wahrwort zu widerſprechen, daß nur Einigkeit ſtark mache. Doch erkennt man bei näherer Betrachtung, daß der große Erfolg durch die ſiegreiche Verbreitung des einen Syſtems über die Erde bereits geſichert war, als die verwandten Syſteme anfingen, ihm ſeine Überlegenheit mit allen Mitteln ſtreitig zu machen.

Jenes zuerſt zu hoher Vollkommenheit und internationaler Verbreitung gelangte Syſtem iſt das der „Geſellſchaft für *Linde*'s Eismaſchinen“, deren Kühlanlagen heute in der ſtattlichen Zahl von 5000 über die ganze Erde verbreitet ſind. Die Konſtruktionen der „Geſellſchaft *Linde*“ ſind bis in die Einzelheiten für alle Kompreſſions-Kaltdampfmaſchinen typiſch geblieben, weshalb ſich die beſchreibende Literatur auch im weſentlichen auf die genauere Darſtellung dieſes einen Syſtems beſchränkt.

Für die in folgendem zu ſchildernden Kälteerzeugungsmaſchinen kommen heute noch folgende Stoffe als aktive Körper in Betracht: Ammoniak (NH_3), Kohlenſäure (CO_2) und ſchwefelige Säure (SO_2), während die ſog. *Piktet*-Flüſſigkeit (SO_2 mit Beimiſchung einiger Prozente CO_2), ferner Methyläther, Schwefelkohlenſtoff, Schwefeläther u. a. als weniger geeignet außer Gebrauch gekommen ſind.

Die Kälteerzeugung geſchieht unter Verdampfung der flüchtigen Flüſſigkeiten und beruht auf der Abhängigkeit der Dampftemperatur von der Dampfſpannung, welche folgende Tabelle zeigt:

	Temperatur	Abſoluter Druck des geſättigten Dampfes		
		Ammoniak	Kohlenſäure	Schwefelige Säure
Verdampfer	−30°	1,19	15,00	0,39
	−20	1,90	20,30	0,65
	−10	2,92	27,10	1,03
	−5	3,58	31,00	1,29
	±0	4,35	35,40	1,58
Kondenſator	+10	6,27	45,70	2,34
	+20	8,79	58,10	3,35
	+30	12,01	73,10	4,67
	Grad C.	Kilogr.-Quadr.-Centimeter.		

Digitized by Google

Die Ziffern dieſer Tabelle bei der nachfolgenden Beſchreibung des Arbeitsvorganges in den Kompreſſions-Kaltdampfmaſchinen im Auge behaltend, erkennen wir, daß den drei zu betrachtenden Dämpfen bei ihren während des Kreisprozeſſes vorkommenden Temperaturen durchaus verſchiedene Drücke eigentümlich ſind, und zwar arbeiten die Ammoniakmaſchinen mit ſolchen Preſſungen, an welche wir durch die heutigen Dampfmaſchinen gewohnt ſind, während die Kohlenſäuremaſchinen weſentlich höhere, die Schwefeligſäuremaſchinen aber niedrigere Spannungen aufweiſen.

Gehen wir, wie bei Betrachtung der Abſorbtionsmaſchine, von demjenigen Apparat aus, in welchem die Kälte erzeugt wird, dem Verdampfer. Derſelbe beſteht aus einem Syſtem eiſerner oder kupferner Rohrſchlangen, welche an ihrem einen Ende mit der flüchtigen Flüſſigkeit geſpeiſt werden, während am anderen Ende der entwickelte Dampf abgeſaugt wird; dieſe Zwangsverdampfung bei niedriger Temperatur erfolgt unter Aufnahme eines Teiles der Wärme des die Verdampferſpiralen umgebenden paſſiven Kältemediums (Luft, Soole, Süßwaſſer u. a.).

Der Kompreſſor ſaugt die entwickelten Dämpfe an und verdichtet ſie unter gleichzeitiger Temperaturerhöhung. Das Maß der letzteren hängt davon ab, ob die den Verdampfer verlaſſenden Dämpfe noch Partikel der tropfbaren Flüſſigkeit enthalten, ob ſie gerade trocken geſättigt oder bereits überhitzt ſind. Trifft der erſte Fall zu, ſo arbeitet die Maſchine mit naſſem Kompreſſorgang, in den beiden letzteren mit trockenem Kompreſſorgang. Äußerliche Kennzeichen des einen oder des anderen iſt die Temperatur der Rohre, durch welche der verdichtete Dampf den Kompreſſor wieder verläßt: beim mäßig naſſen Kompreſſorgang, wie er bei Ammoniakmaſchinen rückſichtlich der Gleichmäßigkeit des Betriebes meiſt bevorzugt wird, fühlen ſich die Druckrohre des Kompreſſors handwarm an; beim überhitzten Kompreſſorgang ſind die Druckrohre mehr oder weniger heiß. Letzterer Zuſtand herrſcht bei den Schwefeligſäuremaſchinen vor.

Die Theorie lehrt eine gewiſſe Steigerung des Wirkungsgrades als Ergebnis der Überhitzung; aus praktiſchen Gründen, unter denen auch die Rückſicht auf die möglichſt lange Lebensdauer der Maſchine eine Rolle ſpielt, iſt der mäßig naſſe Kompreſſorgang vorzuziehen.

Der Kondenſator nimmt die vom Kompreſſor fortgeſchafften Dämpfe auf und führt ſie in den flüſſigen Zuſtand zurück. Der Druck und die Temperatur während dieſes Vorganges ſind abhängig von der Ablauftemperatur des am Kondenſator wirkſamen Kühlwaſſers; dieſe wiederum hängt ab von der Anfangstemperatur und Menge desſelben und ſollte die Temperatur der umgebenden Atmoſphäre womöglich nicht überſchreiten. Genügt die Waſſermenge nicht, um ohne Überſchreitung dieſer Temperatur die vom Kondenſator abzuleitende Wärme in ſich aufzunehmen, ſo nimmt man die Zuflucht zu Verdunſtungskondenſatoren, welche einen Teil des Kühlwaſſers in der den Apparat frei umſpülenden Luft verdunſten laſſen, wobei die Niederſchlagstemperatur des Kältemediums günſtigenfalls die Höhe der Lufttemperatur annimmt. Daher iſt die im Kondenſator der Kältemaſchine herrſchende Spannung abhängig von der Temperatur des Kühlwaſſers oder der umgebenden Luft.

Mit dem Kondenſatordruck, welcher vom Kolben des Kompreſſors auf ſeinem größten Wege zu überwinden iſt, wächſt die aufzuwendende Betriebsarbeit; daher iſt in warmen und waſſerarmen Regionen das Verhältnis der erzeugten Kälte zur aufgewendeten Energie ein ſchlechteres als in Gegenden mit reichlichem und kaltem Kühlwaſſer. Immerhin erſcheint es aber als große Errungenſchaft, daß es

Digitized by Google

gelungen ist, auch in völlig wasserarmen Plätzen den Betrieb der Kühlmaschinen aufrecht zu erhalten.

Das Regulierventil vermittelt bei den in Rede stehenden Maschinen in genau derselben Weise wie bei den Absorbtionskältemaschinen den Übergang der im Kondensator stärker gepreßten Flüssigkeit in den unter niedrigerem Druck stehenden Verdampfer. An Stelle des einfachen Drosselventils führte *Linde* bei größeren Maschinen selbsttätige Ammoniakverteiler ein, welche jeder der (oft in sehr großer Anzahl in Parallelschaltung den Verdampfer bildenden) Spiralen ihre gemessene Menge der Kälteflüssigkeit zuführt. In ähnlicher Weise wird auch bei kleinen Maschinen, welche, wie es auf Schiffen oft geschieht, während des Betriebes sich selbst überlassen bleiben, das von Hand zu bedienende Regulierventil durch einen selbsttätig regulierenden Speiseapparat ersetzt.

Die Kompressionskältemaschine besteht nach obigem aus vier den kontinuierlichen Arbeitsvorgang bestimmenden Organen: dem Verdampfer, dem Kompressor, dem Kondensator und der Reguliervorrichtung.

Für die Konstruktion dieser Teile der Kühlanlage sind die physikalischen und chemischen Eigenschaften der in Betracht kommenden Dämpfe maßgebend. In chemisch reinem Zustand greifen weder NH_3, noch CO_2 und SO_2 die im Maschinenbau verwendeten Metalle an. Mit gewissen Verunreinigungen aber wirkt NH_3 auf Kupfer, SO_2 auf Eisen zerstörend ein. Man vermeidet daher mit Rücksicht auf die Möglichkeit solcher Verunreinigungen bei NH_3-Maschinen Kupfer und Bronze und führt dagegen bei SO_2-Maschinen diejenigen Apparate, bei denen große Metallflächen bei möglichst geringer Wandstärke mit der Säure in Berührung bleiben, also die Verdampfer oder Kondensatoren aus Kupfer aus.

220. Angabe und Wirkung der Schmierstoffe.

Eine entschieden unangenehmere Eigenschaft der schwefeligen Säure ist ihre zerstörende Wirkung auf alle Schmiermaterialien, welche es völlig unmöglich macht, die Reibflächen der Kompressoren in der bei allen ähnlichen Maschinen erforderlichen Weise zu schmieren. Durch den Mangel an Schmierung des Zylinders und der Stopfbüchse bei Schwefeligsäuremaschinen erfährt die Konstruktion und Bedienung der letzteren einige nicht gerade wünschenswerte Komplikationen, so die innere Kühlung der Zylinderwandung und besonders die Kühlung der hohl auszuführenden Kolbenstange, der das nötige Kühlwasser durch Gummischläuche zugeführt wird. Diese beim Betrieb der Maschine hin- und herschlenkernden Schläuche erwecken auf Laien und Fachleute den Eindruck eines Notbehelfes, welcher tatsächlich darin liegt, daß man durch Niederschlag von etwas schwefeliger Säure an den gekühlten Metallflächen wenigstens einen notdürftigen Grad von Schmierung herbeiführen muß.

Die Ammoniak- und Kohlensäuremaschinen können mit Öl und, in besonderen Fällen, mit Glyzerin geschmiert werden, und es wird stets von dieser Möglichkeit Gebrauch gemacht, trotzdem man auch bei diesen Maschinen das verflüssigte Kältemedium als Notschmiermittel im Zylinder zur Verfügung hat. Der Grund liegt besonders darin, daß das ölige Schmiermittel nicht nur den Reibungswiderstand in der Stopfbüchse und den Kolben und damit die Abnutzung der Kolbenstange und der inneren Zylinderwand bewirkt, sondern gleichzeitig als Sperrflüssigkeit dient.

Von grundlegender Wichtigkeit ist diese Wirkung des Schmieröles in der Stopfbüchse, welche nach *Linde*'s Vorgang jetzt von fast allen Erbauern von NH_3-Kältemaschinen in folgender Weise ausgeführt wird. Die Mitte des Packungsraumes der Stopfbüchse nimmt die sog. Laterne ein, ein Doppelring, welcher einen

Digitized by Google

Hohlraum zwiſchen dem vorderen und dem hinteren Teil der Packung ſchafft. Dieſer Hohlraum wird mit dem zur Schmierung des Kompreſſors geeigneten Öl gefüllt erhalten und ferner durch Verbindung mit der Saugleitung des Kompreſſors auf geringen Druck gebracht. Dieſe Vorrichtung ermöglicht, bei nur ſchwacher Preſſung der Stopfbüchspackung völlig dichten Abſchluß zu erzielen; die Kolbenſtange arbeitet bei geringſter Reibung ohne fühlbare Erwärmung, und die Stopfbüchſe behält mit einmaliger Packung lange Zeit hindurch ihre Wirkſamkeit. Die *Linde*'ſche Stopfbüchskonſtruktion ſtellt die glänzende Löſung einer Frage dar, die — nur ſcheinbar nebenſächlich — die Betriebsſicherheit der Kühlmaſchine bedingt. Dieſelbe Ausführung findet ſich daher bei den anderen Konſtrukteuren von NH_3-Maſchinen wieder mit nur äußerlichen Abweichungen. Ein Zuſatz der Firma *Fixary* in Paris beſteht darin, daß man das Öl im Laternenraum durch Ammoniakverdampfung zum Gefrieren bringen kann; die Abdichtung wird dadurch nicht verbeſſert, und ſo begnügt ſich die *Fixary*'ſche Konſtruktion und die wieder von ihr abgeleiteten Varianten mit der gegebenen Möglichkeit, auf etwaigen Wunſch das Öl in der Stopfbüchſe zum Erſtarren bringen zu können.

Die Gleitfläche des Kompreſſorzylinders, ſowie die Ventile brauchen nicht unmittelbar geſchmiert zu werden, da durch die Kolbenſtange eine genügende Menge Öl in den Zylinder hereingezogen wird, wo es eine zweite, nicht minder wichtige Funktion erfüllt. Erfahrungsmäßig bilden trockene Metallflächen, die nur leicht aufeinander gepreßt werden, eine nicht genügende Abdichtung gegen Dämpfe; überzieht man dagegen die Metallflächen mit einer noch ſo dünnen Schicht irgend einer dickflüſſigen Subſtanz, ſo wird die Abdichtung eine nahezu vollkommene. In dieſer Weiſe wirkt das Kompreſſoröl ſowohl an der Berührungsſtelle zwiſchen Kolbenringen und Zylinderwand, wie beſonders an den Sitzflächen der Ventile als Sperrflüſſigkeit, welche Undichtheiten verhindert. Undichtheiten an den genannten Stellen aber ſind von ſchädlichſtem Einfluß auf den Wirkungsgrad der Kühlmaſchine, weil dieſelben dem arbeitenden Dampf geſtatten, ſich, ſeinem vorgeſchriebenen Weg entziehend, nach rückwärts durchzubrechen und dadurch auch den Arbeitsvorgang der nachfolgenden Dampfmengen zu ſtören.

Die Schmierung mit Öl oder Glyzerin kann jedoch, indem ſie zur Beſeitigung der genannten Schwierigkeiten wirkſam verhilft, an anderer Stelle Störungen verurſachen, wenn nicht ſichere Vorſichtsmaßregeln getroffen werden, welche das Schmiermittel zwingen, ſich zu entfernen, ſobald es ſeine Schuldigkeit getan hat.

Ein vollkommenes Maſchinenſyſtem hat die Aufgabe, ſich dauernd ſelbſt auf der Höhe der Wirkſamkeit zu erhalten, ohne beſtändige Nachhilfe von Menſchenhand. Deshalb bildet die ſelbſttätige Ausſcheidung des Öles an der richtigen Stelle eine Aufgabe, welche an Wichtigkeit der oben genannten nicht nachſteht. Auch dieſe Aufgabe erſcheint durch die Konſtruktionen der „Geſellſchaft für *Linde*'s Eismaſchinen“ zuerſt und am vollkommenſten gelöſt. Bevor das den Kompreſſor verlaſſende Ammoniak in den Kondenſator eintritt, wird es im Ölabſcheider von allen mitgeriſſenen Ölteilchen befreit; eine automatiſche Schöpfvorrichtung führt nun das Öl in ein geſchloſſenes, von außen gelinde geheiztes Gefäß, in welchem die geringen Mengen von Ammoniak, welche vom Öl abſorbiert wurden, ausgetrieben werden, um durch den Kompreſſor in den geſchloſſenen Kreislauf zurückzukehren. Das ausgeſchiedene Öl wird gereinigt und wieder verwendet. Die beſchriebene Vorrichtung wirkt ſelbſttätig und macht daher die dauernde Betriebsſicherheit der mit ihr verſehenen Maſchinen unabhängig von der Zuverläſſigkeit des Bedienungsperſonals.

Digitized by Google

Kühlmaſchinen, denen die genannte Vorrichtung zur Ölabſonderung fehlt, ſind der Gefahr ausgeſetzt, durch Verſchmierung der Rohrſchlangen des Kondenſators und Verdampfers nicht nur an ihrer Kälteleiſtung allmählich einzubüßen, ſondern auch Betriebsſtörungen zu erleiden.

In dem erzwungenen Verzicht auf dieſe bedeutungsvollen Wirkungen des eingeführten Schmiermittels iſt zweifellos einer der Gründe der Unbeliebtheit der Schwefeligſäuremaſchinen zu erblicken. Die unverhältnismäßig geringe Anzahl der ausgeführten Maſchinen dieſes Syſtems gegenüber den Ammoniakmaſchinen wird mit Unrecht dadurch zu erklären verſucht, daß die Entwickelung der SO_2-Maſchinen erſt im letzten Jahrzehnt ſtattgefunden habe. Dem gegenüber muß feſtgeſtellt werden, daß die beiden genannten Syſteme gleichzeitig entſtanden ſind und unter gleichen Bedingungen gepflegt und ausgebreitet wurden, allerdings mit ſehr verſchiedenem Erfolg, indem ſich die während der drei Jahrzehnte erzielte Verbreitung des Ammoniakſyſtems zu derjenigen des Schwefeligſäureſyſtems wie 10 : 1 verhält.

221. Wertſchätzung der drei Maſchinenſyſteme.

Da die Unterſchiedlichkeit der drei heute in Frage kommenden Syſteme der Kompreſſions-Kaltdampfmaſchinen die Aufmerkſamkeit der mit Kühlanlagen Beſchäftigten in hohem Maße in Anſpruch nimmt, ſei es geſtattet, zu dieſer Frage kurz in folgendem Stellung zu nehmen.

Der Wirkungsgrad der drei Syſteme ergibt ſich auf Grund theoretiſcher Berechnungen, welche ſich auf den vollkommenen Arbeitsvorgang aufbauen, als ganz gleichwertig; die Unterſchiedlichkeit folgt daher aus der mehr oder weniger ſchädlichen Wirkung, welche die unvermeidlichen Abirrungen vom theoretiſch richtigen Kreisprozeß nach ſich ziehen.

Die Überſchreitung der günſtigen Druckgrenzen tritt am nachteiligſten auf bei den SO_2-Maſchinen; die geringe Dichte der ſchwefeligen Säure erfordert ſehr große Ventile und bedingt die größten Ventilwiderſtände.

Die Undichtheiten, wenn auch anfänglich nur in geringem Maß vorhanden, machen ſich mit der Zeit durch Verſchlechterung des Wirkungsgrades fühlbar bei den Maſchinen, welche ohne geeignetes Schmiermittel arbeiten (SO_2).

Die Nutzleiſtung wird vermindert durch den Reibungswiderſtand der Maſchinen; letzterer wächſt ſowohl mit dem Reibungskoeffizienten, wie mit dem Hubvolum der Maſchine. In dieſer Hinſicht ſteht die SO_2-Maſchine am ungünſtigſten da; ihr Hubvolumen iſt 2,70 mal ſo groß als dasjenige der NH_3-Maſchinen; der Reibungskoeffizient iſt wegen des Wegfalles des Schmiermittels bei SO_2-Maſchinen am größten.

Bei den Kohlenſäuremaſchinen beträgt das Hubvolum zwar nur den vierten Teil desjenigen der Ammoniakmaſchinen; dennoch iſt der Reibungswiderſtand bei erſteren größer als bei letzteren, da die Kohlenſäurekompreſſoren in der Regel nur einfach wirkend ſind (alſo beim Rückgang des Kolbens nur Reibungsarbeit verrichten); zweitens bedingen die bedeutenden Kompreſſionsdrücke Abdichtung der Kolben mit Lederſtulpen, welche einen bedeutend höheren Reibungswiderſtand ergeben als die metallenen Kolbenringe, welche bei den beiden anderen Maſchinenſyſtemen Verwendung finden.

Die genannten unvermeidlichen Effektverluſte fallen bei der Ammoniakmaſchine am geringſten aus; jedoch iſt der Unterſchied, welcher ſich bei Verſuchen an eingelaufenen Maſchinen der drei Syſteme im praktiſchen Betriebe zu Gunſten der Ammoniakmaſchine ergeben hat, nicht bedeutend genug, um die allgemeine Bevorzugung dieſes Syſtems ganz zu erklären.

Digitized by Google

Die Kohlenſäuremaſchine, bei reichlichem und kaltem Kühlwaſſer den beiden übrigen Maſchinenſyſtemen annähernd gleichwertig, erleidet eine ſehr ſchnelle Verminderung ihres Nutzeffekts, ſobald die Temperatur des Kühlwaſſers im Kondenſator über die normale Höhe (15 bis 20 Grad C.) ſteigt.

Beim Schwefeligſäureſyſtem ſind es dagegen wohl Bedenken bezüglich der Lebensdauer der Maſchinen, welche der allgemeinen Verbreitung derſelben entgegenſtehen. Als ein Nachteil dieſes Syſtems iſt von vornherein erkannt worden, daß dieſelben während eines Teiles des Kolbenhubes unter einem Druck arbeiten, der geringer iſt als der äußere Luftdruck. Durch alle möglichen Undichtheiten, beſonders an der Stopfbüchſe, kann daher Luft ſamt dem in ihr enthaltenen Waſſer in das geſchloſſene Syſtem eingeſaugt werden; hierdurch wird der Nutzeffekt verſchlechtert, und die an ſich harmloſe ſchwefelige Säure geht Verbindungen ein, die den Metallen verderblich werden können.

Die Betrachtung über die Gleichwertigkeit der drei Maſchinenſyſteme möge mit der Erklärung abgeſchloſſen werden, daß von einer drohenden Exploſionsgefahr bei keiner derſelben geſprochen werden kann. Zerſtörungen können bei jeder beliebigen Maſchinenanlage vorkommen; abgeſehen von Konſtruktions- und Materialfehlern ſind dieſelben aber ſtets Folgen unglücklicher Zufälle, meiſt einer Verkettung von ſolchen. Naturgemäß kann unvorſichtige Handhabung bei Kohlenſäure wegen des viel höheren Druckes derſelben leichter zu Zerſtörungen führen als bei Ammoniak und bei ſchwefeliger Säure.

Mit der ſonſtigen Schädlichkeit der drei Dämpfe verhält es ſich gerade ſo wie mit der Exploſionsgefahr. Nur infolge von Fehlern kann der in der Kühlmaſchine arbeitende Dampf entſchlüpfen und dem menſchlichen Organismus und unter Umſtänden den in der Kühlanlage befindlichen Gütern Schaden zufügen. Sehr wichtig iſt daher, daß ſolche Fehler ſofort erkannt werden, und dies geſchieht bei NH_3 und SO_2 in wünſchenswerter Weiſe durch den ſtechenden Geruch; bei der geruchloſen CO_2 iſt das Auffinden von Undichtheiten ſehr erſchwert, weshalb dieſe Maſchinen erfahrungsmäßig einen viel größeren Verluſt an ihrer Füllung erleiden als die beiden anderen. Flüſſige Kohlenſäure iſt zwar an den meiſten Orten billiger als reines flüſſiges Ammoniak; doch lohnt es ſich nicht, bei der Abſchätzung der verſchiedenen Syſteme über die Koſten der Nachfüllung zu reden; dieſe beträgt nämlich bei Ammoniakmaſchinen nicht mehr als $^1/_2$ bis 1 Vomhundert der jährlichen Betriebskoſten.

Viel größer als die Unterſchiedlichkeit, welche ſich aus den Eigentümlichkeiten der arbeitenden Dämpfe ergibt, iſt der Unterſchied in der Güte der Ausführungen, welcher aus der größeren oder geringeren Erfahrung, der Zuverläſſigkeit und den verfügbaren Hilfsmitteln des Erbauers der Kühlanlage folgt. Die richtige Berechnung aller Teile einer Kühlanlage, die günſtige Verteilung der Maſchinen und Apparate, die Anordnung des oft gewaltigen Netzes der Rohrleitungen, die Syſteme von Luftkanälen in Verbindung mit Ventilatoren, alle dieſe Fragen, deren jede einzelne für die Erfüllung der geſtellten Aufgabe beſtimmend iſt, erforderten zweifellos in erſter Linie ein gründliches Studieren aller einſchlägigen Geſetze der Phyſik und der Technik; aber ebenſo ſegensreich war das unermüdliche Probieren, das Anſammeln praktiſcher Erfahrungen.

Wenn die Technik der Kälteerzeugung der Gegenwart keine bedeutenden Verbeſſerungen mehr übrig gelaſſen zu haben ſcheint, ſo iſt dies nicht zum geringſten dem Umſtande zu verdanken, daß ſeit der Entſtehung der Kälteinduſtrie die „Geſellſchaft für *Linde*'s Eismaſchinen“ in Wiesbaden alle ihre Kräfte und

Digitized by Google

Hilfsmittel ausschließlich der Ausbildung dieser Industrie gewidmet hat; ihre guten Erfolge haben einen fast zu hitzigen Wettbewerb um die Palme des Fortschrittes angeregt; die Zahl der Firmen, welche Kühlanlagen ausführen, wächst beständig und macht es schon heute unmöglich, eine Übersicht derselben an dieser Stelle zu geben.

2) Kälteverwendung.

a) Mechanisch-technischer Teil der Kühlanlagen.

222. Verwendungsgebiete.

Das Verwendungsgebiet der künstlich erzeugten Kälte hat längst einen bedeutenden Umfang angenommen.

Nachdem die Kaltluftmaschinen den Dienst der Fleischkonservierung und des Transports gefrorenen Fleisches über das Weltmeer versehen hatten, fanden die jetzt das ganze Gebiet beherrschenden Kompressions-Kaltdampfmaschinen zuerst in der Bierbrauerei-Industrie Verwendung; diese hat sich im Laufe der Zeit an die künstlichen Kühleinrichtungen in dem Maße angepaßt, daß sich gegenwärtig nur noch die kleinsten Brauereien ohne Kühlmaschinen behelfen. Über Brauereikühlanlagen ist in Teil IV, Halbband 3 (Abt. III, Abschn. 2, unter C) dieses „Handbuches“ die Rede.

Kühlhäuser für Fleisch finden sich heute bei den Schlachthöfen aller größeren und mittleren Städte, selbst vieler Kleinstädte; ihre hohe Bedeutung für das Gemeinwohl ist längst erkannt; ihre Unentbehrlichkeit bei Schlachthöfen ist oft von Autoritäten betont worden. Über die Kühlhäuser der Schlachthöfe handelt eingehend der Teil IV, Halbband 3 (Abt. III, Abschn. 2, unter A) dieses „Handbuches“.

Die Kühlanlagen bei Markthallen sind den letztgenannten in Zweck und Ausführung ganz ähnlich; die Fleischkühlanlagen auf Seeschiffen mögen trotz ihrer großen wirtschaftlichen Bedeutung an dieser Stelle nur kurz erwähnt werden.

Die nächstwichtige Stelle nehmen die Eisfabriken ein; bei diesen wird die ganze im Verdampfer entstehende Kälte durch Salzwasser an Süßwasser übertragen, welches in eiserne Gefrierzellen eingefüllt wurde. Der zur Eiserzeugung dienende Apparat, kurzweg Generator genannt, ist meist mit dem Verdampfer vereinigt und besitzt außerdem eine Reihe von Vorrichtungen, welche die rasche und sichere Füllung und Entleerung der in Reihen verbundenen Gefrierzellen ermöglicht. In baulicher Hinsicht bieten die Eisfabriken kein besonderes Interesse.

In den Molkereien finden Kühlanlagen zur Luftkühlung und Milchkonservierung Verwendung; in Kunstbutterfabriken wird künstlich abgekühltes Süßwasser verwendet.

In chemischen Fabriken liegen meist besondere Aufgaben vor, denen ein speziell zu konstruierender Verdampfer gerecht wird; meist handelt es sich um rasche Abkühlung von Lösungen, um Auskristallisieren von Salzen, um Verflüssigung von Gasen u. a.

In Schokoladefabriken wird die Kälte zunächst an Luft übertragen; in den auf + 2 bis + 5 Grad C. erhaltenen Räumen wird die in eiserne Formen gegossene Schokolade rasch zum Erstarren gebracht. Die abgekühlte Schokolade darf nicht sogleich an die warme Außenluft gebracht werden, um keinen Feuchtigkeitsniederschlag aus derselben aufzunehmen; vielmehr muß die Schokolade erst einen Vorwärmraum passieren, in welchem die Kühlmaschine eine Übergangstemperatur und einen höheren Trockenheitsgrad erzeugt.

In Zuckerraffinerien, Champagnerfabriken u. a. handelt es sich um Abkühlung von Flüssigkeiten, in Stearinfabriken, Gummifabriken u. a. um Spezialzwecke.

Digitized by Google

Eine beſondere Stellung nehmen die künſtlichen Eisbahnen ein, welche in überdachten Räumen bei einer Lufttemperatur von etwa + 15 Grad C. durch Kühlmaſchinen hergeſtellt und erhalten werden. Früher verwendete man ein ſehr dichtes Netz von Röhren, welches von kalter Flüſſigkeit durchſtrömt wurde und das in flacher Schicht darauf gebrachte Süßwaſſer zum Gefrieren brachte. Die ſo hergeſtellten Eisbahnen verlieren aber bei der Abnutzung durch die Schlittſchuhe die glatte Oberfläche, weil die den Rohren zunächſt liegenden Teilchen des Eiſes am härteſten ſind, die weiter entfernt liegenden aber weicher. Die neue Konſtruktion der *Linde*'ſchen Eisbahnen beſteht darin, daß ein mit Süßwaſſer gefülltes Becken in ein zweites, etwas größeres Becken eingebaut iſt, welches von kaltem Salzwaſſer beſtändig durchſtrömt wird. Hierbei läßt ſich völlig gleichmäßige Verteilung der Kälte über die ganze Fläche erreichen und damit eine überall gleiche Härte der Eisoberfläche, welche dann auch bei der Abnutzung glatt bleibt.

Eine ſehr bemerkenswerte Anwendung der Kälte geſchieht noch im Bergbau zur Schachtabteufung und beſteht darin, daß das Erdreich in der Umgebung des Schachtes durch lotrecht hineingetriebene, von kalter Flüſſigkeit geſpeiſte Rohre zum Gefrieren gebracht wird, wodurch eine undurchläſſige Schicht gegen nachdrängende Waſſer geſchaffen wird; dieſe Vorrichtung hat bereits in manchen Fällen die in der Anlage und im Betrieb ſo koſtſpieligen Waſſerhaltungsmaſchinen beim Bau tiefer Schächte überflüſſig gemacht.

223. Konſtruktion des Verdampfers.

Nach den verſchiedenen Verwendungsarten der künſtlich erzeugten Kälte richtet ſich die Konſtruktion des Verdampfers der Kühlmaſchinen.

Handelt es ſich lediglich um Abkühlung von Luft, ſo beſteht die einfachſte Löſung darin, daß man den Verdampfer in Form einer genügend langen Rohrſchlange an der Decke des abzukühlenden Raumes aufhängt; die gekühlte Luft ſinkt herab; aus der Umgebung der Wände und der im Raum abzukühlenden Gegenſtände ſteigt erwärmte Luft zur Kühlſchlange auf. War die Luft mit Feuchtigkeit ganz oder nahezu geſättigt, ſo läßt ſie den bei der Abkühlung entſtehenden Feuchtigkeitsüberſchuß an der Kühlſchlange zurück, je nach der Temperatur der letzteren als Waſſer oder als Reif. Um die Kühlwirkung des Verdampfers nicht zu vermindern, muß verhütet werden, daß der Reifanſatz zu einer dicken Eisumhüllung anwächſt; erſterer iſt alſo von Zeit zu Zeit abzutauen; dies geſchieht von ſelbſt bei ſolchen Anlagen, die keine Abkühlung der Luft bis gegen 0 Grad C. erfordern und genügende Betriebsunterbrechungen ermöglichen. Z. B. genügt in gekühlten Krankenſälen, Reſtaurants, ferner in Erſtarrungsräumen für Schokolade, Gelatine u. a. die nächtliche Betriebspauſe zur Befreiung der Rohre von Reif; das gebildete Schmelzwaſſer wird in Tropfrinnen aufgefangen und abgeleitet. Bei tieferer Abkühlung der Luft muß jedoch das Abſchmelzen des Reifes künſtlich bewirkt werden. Dies geſchieht am beſten nach einem der „Geſellſchaft *Linde*“ patentierten Verfahren, welches geſtattet, Teile des Verdampfers auf kurze Zeit mit dem Kondenſator zu einem Syſtem zuſammenzuſchalten; der Reifanſatz ſchmilzt augenblicklich unter der Einwirkung des warmen Ammoniaks, welches ſeinerſeits dadurch eine nützliche Abkühlung erfährt. Dieſes Verfahren iſt darum ſehr wertvoll, weil die Reifbefreiung der Spiralen ohne Betreten der verſchiedenen Kühlräume (Delikateſſenlager, Sprengſtoffkammern u. a.) vom Maſchinenraum aus erfolgt und keinerlei Wärme- oder Kälteverluſt verurſacht; ſie iſt mit Erfolg ſelbſt in ſolchen Räumen angewendet, deren Temperatur dauernd auf — 8 Grad C. gehalten wurde; die Anwendbarkeit der „direkten Luftkühlung“ wird durch dieſes Abtauverfahren bedeutend erweitert.

Digitized by Google

Da der Wärmeaustausch zwischen Eisen und Luft ein viel trägerer ist als zwischen Eisen und Wasser, so erfordern die Verdampfer zur unmittelbaren Luftkühlung viel größere Oberflächen als zur Salzwasserkühlung. Die „Gesellschaft *Linde*“ erreicht die Vergrößerung der Oberfläche in der Weise, daß sie gußeiserne Rippenkörper besonderer Konstruktion auf den schmiedeeisernen Verdampferrohren befestigt.

224. Indirekte Luftkühlung.

Die indirekte Luftkühlung benutzt statt der als Verdampfer dienenden Rohrsysteme solche, die mit kalter Soole gespeist werden. Diese haben den Vorzug leichterer Temperaturregelung, da die Geschwindigkeit der durchströmenden Soole leichter verändert werden kann als diejenige des in der Kühlmaschine arbeitenden Dampfes. Die indirekte Luftkühlung wird besonders dann bevorzugt, wenn schon anderweitige Veranlassung vorliegt, die im Verdampfer erzeugte Kälte zunächst an Salzwasser zu übertragen, z. B. wenn auch Eis zu erzeugen ist. Zu dieser Art Luftkühlung verwendet man entweder Systeme aus glatten eisernen (verzinkten) Rohren von etwa 50 mm lichter Weite oder gußeiserne Rippenrohre, ähnlich den bei Sammelheizungen angewandten; letztere sind zur Kühlung solcher Räume angebracht, in denen nur geringe Mengen Feuchtigkeit frei werden, z. B. in Lagerräumen für gefrorenes Fleisch, sowie solcher Räume, welche Temperaturen nicht unter 5 Grad C. erfordern (Gärkeller der Bierbrauereien).

Wenn dagegen aus der zu kühlenden Luft größere Mengen Feuchtigkeit abzuführen sind, und wenn außerdem Staub und die ihm anhaftenden Mikroorganismen und Keime derselben sorgfältig zu entfernen sind, wie z. B. bei den Fleischhallen der Schlachthöfe, so sind statt der Kühlrohrsysteme solche Apparate zu verwenden, welche die zu behandelnde Luft in innige Berührung mit der kalten Soole bringen. Die zwei wichtigsten Arten derselben sind die Trommelapparate und die Regenapparate, von denen erstere die besseren, letztere die billigeren sind.

Bei ersteren wird die abzukühlende Luft durch Ventilatoren über große, von der kalten Salzlösung benetzte Flächen hinweggetrieben, bei letzteren durch einen Salzwasserregen geblasen.

Die „Gesellschaft für *Linde*'s Eismaschinen“ hat diese Aufgabe durch eine Konstruktion mit rotierenden Scheibensystemen gelöst, welche es gestattet, fast beliebig große Salzwasserflächen unter verhältnismäßig kleiner Raumbeanspruchung und geringem Arbeitsaufwande in innigste Berührung mit der Luft zu bringen.

Auf wagrechten, parallel hintereinander liegenden Achsen sitzen je eine Reihe runder Blechscheiben derart, daß sie voneinander einige Centimeter entfernt sind und auf ihrer unteren Seite in einen mit der kalten Salzlösung gefüllten Behälter eintauchen. Langsam rotierend bedecken sich die Blechscheiben mit einer dünnen Salzlösungsschicht und bilden gewissermaßen eine Reihe nebeneinander liegender, schmaler Kanäle, durch welche die Luft hindurchgeblasen wird, wobei in bekannter Weise sich der Kühlprozeß vollzieht.

In der Regel wird der Verdampfer unter die Scheibensysteme gelegt und dadurch eine besondere Salzwasser-Zirkulationspumpe erspart.

Eine zweite Lösung der bezeichneten Aufgabe stellen die *Linde*'schen Verdampfer mit Berieselung dar. Die Verdampferspiralen sind reihenweise in parallelen Vertikalebenen oder zylindrischen Wickelungen angelegt. Über jedem Spiralensystem liegt eine wagrechte Verteilungsrinne für die Salzsoole. Letztere tritt gleichmäßig auf die ganze Länge der Rinne aus, fließt auf die oberste Spiralenwindung und rieselt dann an den übrigen Windungen herab, wobei sie die ganze Spiralenoberfläche mit einer dünnen Schicht bedeckt. Unten sammelt sie sich,

Digitized by Google

um mittels Pumpe wieder in die Verteilungsrinnen befördert zu werden. Zwiſchen den ſo berieſelten Spiralen wird die Kühlhausluft hindurchgeblaſen. Der obenerwähnte Übelſtand des Beſchlagens mit Reif wird durch die Berieſelung mit Salzlöſung gehoben. Die Kälteübertragung iſt ſonach eine möglichſt unmittelbare und fortdauernd gleichmäßige.

Die unmittelbare Berührung zwiſchen Luft und Soole bietet den Vorteil, daß die naſſen Oberflächen ſtets gleichmäßig kalt und ſomit ſtets gleichmäßig befähigt bleiben zur Kühlung, Entfeuchtung und Reinigung der Luft.

Eine Schattenſeite dieſes Kühlſyſtems aber iſt die durch ſtändige Verdünnung der Soole bedingte Notwendigkeit ihrer Wiederkonzentration, ſei es, daß dieſe durch Abfluß eines Teiles der verdünnten Löſung und Zuſatz friſchen Salzes oder durch Eindampfen der verdünnten Löſung erfolgt.

Die Befürchtung, es könnten die der Luft durch das Salzwaſſer entzogenen Verunreinigungen wieder an dieſelbe übertragen werden, iſt grundlos, da eine Anſammlung der Verunreinigungen infolge fortwährender Erneuerung der Soole oder der durch das Eindampfen bewirkten Sterilisation unmöglich, eine Vegetation organiſcher Keime in der Soole undenkbar und außerdem ein mechaniſches Mitreißen der letzteren durch die bewegte Luft bei den beſchriebenen Apparaten ausgeſchloſſen iſt. Bei denjenigen Apparaten jedoch, in denen an Stelle der Berieſelung ein freier Regenfall ſtattfindet, tritt das Zerſtäuben der Soole in der Luft ein, was zur Beſchädigung des Kühlgutes führen kann. Daher ſind Apparate mit freiem Regenfall nicht zu empfehlen.

Die bei den Trommel- und Berieſelungs-Luftkühlern ſtets angewandte künſtliche Ventilation ermöglicht es gleichzeitig, die bei den in Rede ſtehenden Kühlanlagen durchaus erforderliche Lufterneuerung in zweckmäßigſter Weiſe zu bewirken, indem man die einzuführende Friſchluft vor dem Eintritt in die Kühlhallen die erwähnten Apparate paſſieren läßt und ſie dadurch kühlt, trocknet, entſtaubt und entkeimt.

225. Zubehörteile.

Bevor wir die Betrachtung der zur Erzeugung und Verwendung der Kälte dienenden Maſchinen und Apparate abſchließen, müſſen noch einige Zubehörteile kurz erwähnt werden, ohne welche Kühlanlagen nicht beſtehen können. In erſter Linie gehören hierher die Kraftanlagen. Weitaus am verbreitetſten iſt gegenwärtig der Dampfbetrieb, der auch wohl noch eine Reihe von Jahren den Wettbewerb der ſog. Verbrennungsmotoren, auch in ihren neuerdings ſehr vervollkommneten Formen, aushalten wird. Wenn mit der Kühlanlage die Fabrikation von Kriſtalleis verbunden werden ſoll, gewährt der Dampfbetrieb außer ſeinen ſonſtigen Vorzügen (Einfachheit und Sicherheit des Betriebes) noch den der koſtenloſen Beſchaffung des zur Kriſtalleiserzeugung nötigen Deſtillats. Die Dampfmaſchinen werden meiſtens mit den Kompreſſoren durch gemeinſame Kurbelwelle zuſammengekuppelt, wodurch die Sparſamkeit und Billigkeit des Betriebes erhöht wird.

Die erwähnten vervollkommneten Formen der Verbrennungsmotoren ſind der mit Naphta arbeitende Dieſelmotor und die ihren Brennſtoff aus Anthracit ſelbſt erzeugenden Sauggas-Kraftanlagen. Elektromotoren bieten nur unter beſonderen Umſtänden die Betriebskraft zu genügend billigem Preis. Dies iſt z. B. dann der Fall, wenn elektriſche Zentralſtationen für Beleuchtungszwecke im Sommerhalbjahr faſt beſchäftigungslos daſtehen und dann in Kühlanlagen Abnehmer ihrer verfügbaren Energie finden. (Dieſe Kombination liegt in den Gegenden am nächſten, die heiße und nachthelle Sommer, kalte und tagdunkle Winter haben, z. B. in der nördlichen Hälfte Rußlands.)

Digitized by Google

Größere Kühlanlagen ſchließen faſt immer ſehr umfangreiche Pumpen-, Ventilations- und Transmiſſionsanlagen ein, von deren geſchickter Anordnung der Nutzeffekt und die Betriebsſicherheit des Ganzen abhängt; häufig enthalten die Kühlmaſchinenhäuſer auch eine elektriſche Beleuchtungsſtation für die Kühlanlage, da in einer ſolchen faſt nur das elektriſche Glühlicht als Lichtquelle in Frage kommt.

3) Baulicher Teil der Kühlanlagen.

226. Form und Größe der Kühlräume.

Die Aufgabe des Architekten iſt bei der Ausführung von Kühlanlagen um nichts weniger wichtig als diejenige des Maſchineningenieurs. Der Kältebedarf jeder Kühlanlage hängt in erſter Linie von dem richtigen Entwurf und der zweckentſprechenden Ausführung des Bauwerkes ab. In den meiſten Fällen iſt mehr als die halbe Kälteleiſtung der Kühlmaſchine zum Ausgleich der von außen in die Kühlräume eindringenden Wärme aufzuwenden, welche proportional iſt der Oberfläche, ſowie der Leiſtungsfähigkeit der Wandungen.

Um für einen gegebenen Rauminhalt eine möglichſt kleine Oberfläche der Kühlräume zu erhalten, iſt die Annäherung der Gebäude an die Würfelform anzuſtreben. Daher ſind niedrige Gebäude mit großer Grundfläche ebenſo unzweckmäßig wie die ſog. Wolkenkratzer. Bei kleiner Grundfläche ſind 2 bis 3ſtöckige, bei ſehr großen Grundflächen höchſtens 7ſtöckige Kühlhäuſer zu empfehlen. Jede Raumverſchwendung iſt vom Übel, ſowohl in wagrechter, wie in lotrechter Richtung; daher erhalten die einzelnen Geſchoſſe eine lichte Höhe von nur 3,00 bis 3,50 m, und innerhalb derſelben iſt für möglichſt vollſtändige Ausnutzung der Grundflächen zur Aufſtapelung der Kühlgüter Sorge zu tragen.

227. Konſtruktion der Wandungen.

Die Wandungen ſollen eine möglichſt vollkommene Wärmeiſolierung bieten; hier wird mehr wie irgendwo Sparſamkeit zu einer unverſieglichen Quelle von Verſchwendung. Durch Hinnahme einer minderwertigen Iſolierung kann an einmaliger Ausgabe geſpart werden; aber dafür erfordert die Maſchinenanlage Stunde für Stunde ihr Opfer an „ſchwarzen Diamanten“.

Zunächſt iſt die Wahl des Iſoliermaterials wichtig. Hierbei ſind für Kühlanlagen ganz andere Geſichtspunkte maßgebend wie für Heizanlagen; denn als neuer Zweck kommt bei erſteren die völlige Abhaltung von Feuchtigkeit hinzu. Jede Trennungswand zwiſchen warmer und kalter Luft erfährt von der warmen Seite her einen Feuchtigkeitsniederſchlag. Darum iſt vor allem von der warmen Seite her die der Wand einzuverleibende Iſolierſchicht mit einer völlig waſſerdichten Hülle zu verſehen; doch empfiehlt es ſich, auch die kalte Innenſeite der Iſolierſchichten ebenſo zu ſchützen. Dieſe Hülle muß zugleich fäulnisbeſtändig und geruchfrei ſein. Das beſte Material für dieſelben ſind die ſpeziell für Kühlanlagen erzeugten Iſolierpapiere und -Pappen, welche ſtatt mit den für gewöhnliche Dachpappen verwendbaren Tränkſtoffen mit gummiartigen Subſtanzen (Ruberoid) über- und durchzogen ſind.

Das Iſoliermaterial muß trocken, geruchfrei und in gewiſſem Grade fäulnisbeſtändig ſein. Trockene, ruhende Luftſchichten geben eine vorzügliche Iſolierung. Leider laſſen ſich in aufrechten Wänden die Luftſchichten nicht zur Ruhe zwingen; durch den Temperaturunterſchied zwiſchen der inneren und äußeren Fläche zum beſtändigen Kreislauf angetrieben, befördern ſie bedeutende Wärmemengen durch Konvektion. Man muß daher die doppelten oder dreifachen Hohlräume der Ziegelmauern mit ſchlecht leitenden Stoffen ausfüllen, z. B. mit Aſche, Korkabfällen oder Holzkohlengrus. Daneben empfiehlt ſich die innere Verkleidung der

Digitized by Google

Ziegelmauern mit Korkplatten, welche mit Mörtel zu verputzen und mit einem glatten Anſtrich, am beſten Emailfarbe, zu verſehen ſind.

228. Konſtruktion der Decken.

Wagrechte Luftſchichten, welche z. B. durch doppelte Deckengewölbe entſtehen, iſolieren vorzüglich; ſollen dieſelben mit Iſoliermaſſe ausgefüllt werden, ſo iſt natürlich ſolche von geringem ſpezifiſchen Gewicht zu wählen. Die unter dem Dache befindliche Decke iſt gegen die Einwirkung der Sonnenwärme beſonders zu ſchützen; meiſtens kann dies durch eine Aufſchüttung von Aſche oder Torfmull in der Höhe von 0,25 bis 0,50 m bewirkt werden. An Stelle von Ziegel- oder Betongewölben können Gipsdielen treten, welchen durch Drahteinlage eine gewiſſe Tragfähigkeit verliehen werden kann. Gefrierräume verkleidet man auch nach oben durch Korkplatten.

229. Konſtruktion der Fußböden.

Die Iſolierung gegen die Wärme des Erdbodens muß bei Gefrierräumen ſehr ſorgfältig geſchehen, während ſie bei Kühlräumen mit Temperaturen über 0 Grad C. leichter behandelt werden kann. Der Schutz gegen eindringende Feuchtigkeit (Grundwaſſer) iſt natürlich in beiden Fällen gleich wichtig. Die unterſte Lage der Bodeniſolierung bildet möglichſt harter Beton, worauf als eigentliche Iſolierſchicht 0,25 bis 0,50 m dick poröſer Beton (Schlackenbeton) gelegt wird. Der Fußboden wird durch einen Zementeſtrich gebildet. Iſt die Dicke der Iſolierſchicht beſchränkt, ſo muß man an Stelle des Schlackenbetons eine Schicht von Kieſelgur verwenden, um genügenden Wärmeſchutz zu ſichern; Iſolierpappe ſchützt das Kieſelgur wirkſam gegen Näſſe von unten.

230. Tür- und Fenſteröffnungen.

Beſondere Aufmerkſamkeit erfordern die Tür- und Fenſteröffnungen.

Die Anzahl der Türen iſt zu beſchränken. Luftdichter Abſchluß iſt unerläßlich und wird durch ſchräge Schlußflächen erzielt; derſelbe kann durch einen Rand aus Gummi oder Filz verbeſſert werden. Der Verſchluß muß die Tür mit Hebel- oder Schraubenwirkung an ihren Rahmen preſſen. Die Türen werden als Hohlkörper in Blech- oder Holzkonſtruktion hergeſtellt und mit einer Iſoliermaſſe von geringem ſpezifiſchem Gewicht gefüllt.

Kühl- und Gefrierräume dürfen nur durch Doppeltüren zugänglich ſein, die einen Vorraum (Windfang) einſchließen; gleichzeitiges Öffnen der beiden Türen verurſacht ſehr großen Verluſt an Kälte. Neuerdings hat man bei Kühlhäuſern mit ſehr gutem Erfolg die Türen in den Seitenwänden vollſtändig erſetzt durch Luken in den Decken. Kalte Luft entweicht bekanntlich niemals nach oben; die Unbequemlichkeit, welche das Einſteigen und der Warentransport durch ſolche Luken mit ſich bringt, wird dadurch ausgeglichen, daß ein andauerndes Offenhalten derſelben unbedenklich geſchehen kann, was bei ſeitlichen Türen ausgeſchloſſen iſt. Die Erfahrung hat gezeigt, daß Kühlhäuſer mit Deckenluken mit viel kleineren Kühlmaſchinen auskommen als ſolche mit Seitentüren [382]).

[382]) Für das eingehendere Studium der Kühlanlagen mit künſtlicher Kälteerzeugung muß auf die beſondere Fachliteratur verwieſen werden. Aus derſelben ſeien vor allem nachſtehende drei Werke hervorgehoben:

Schröter, M. Vergleichende Verſuche an Kältemaſchinen etc. München 1890.

Lorenz, H. Neuere Kühlmaſchinen, ihre Konſtruktion, Wirkungsweiſe und induſtrielle Verwendung. München 1896. — 3. Aufl. 1901.

Stetefeld, R. Die Eis- und Kälteerzeugungs-Maſchinen etc. Stuttgart 1901.

Berichtigung.

S. 92, unter Fig. 104 u. 105: Statt „$^1/_{50}$ w. Gr.“ zu leſen: „$^1/_{10}$ w. Gr.“

S. 104, Zeile 3 u. 4 v. u. iſt hinzuzufügen, daß gleichzeitig ein größter Ausſchlag von 2,6 mm, alſo von 1,3 mm nach jeder Seite der Ruhelage, beobachtet worden iſt.

Digitized by Google

Wichtigstes Werk für Architekten,

Ingenieure, Bautechniker, Baubehörden, Baugewerkmeister, Bauunternehmer.

Handbuch der Architektur.

Unter Mitwirkung von Prof. Dr. **J. Durm**, Geh.-Rat in Karlsruhe und Prof. Dr. **H. Ende**, Geh. Regierungs- und Baurat, Präsident der Kunstakademie in Berlin, herausgegeben von Prof. Dr. **E. Schmitt**, Geh. Baurat in Darmstadt.

ERSTER TEIL.

ALLGEMEINE HOCHBAUKUNDE.

1. Band, Heft 1: **Einleitung.** (Theoretische und historische Uebersicht.) Von Geh.-Rat † Dr. A. v. Essenwein, Nürnberg. — **Die Technik der wichtigeren Baustoffe.** Von Hofrat Prof. Dr. W. F. Exner, Wien, Prof. † H. Hauenschild, Berlin, Reg.-Rat Prof. Dr. G. Lauboeck, Wien und Geh. Baurat Prof. Dr. E. Schmitt, Darmstadt. Zweite Auflage. Preis: 10 Mark, in Halbfranz gebunden 13 Mark.

Heft 2: **Die Statik der Hochbaukonstruktionen.** Von Geh. Baurat Prof. Th. Landsberg, Darmstadt. Dritte Auflage. Preis: 15 Mark, in Halbfranz gebunden 18 Mark.

2. Band: **Die Bauformenlehre.** Von Prof. J. Böhlmann, München. Zweite Auflage. Preis: 16 Mark, in Halbfranz gebunden 19 Mark.

3. Band: **Die Formenlehre des Ornaments.** Von Prof. H. Pfeifer, Braunschweig. In Vorbereitung.

4. Band: **Die Keramik in der Baukunst.** Von Prof. R. Borrmann, Berlin. Preis: 8 Mark, in Halbfranz gebunden 11 Mark.

5. Band: **Die Bauführung.** Von Geh. Baurat Prof. H. Koch, Berlin. Preis: 12 M., in Halbfrz. geb. 15 M.

ZWEITER TEIL.

DIE BAUSTILE.

Historische und technische Entwickelung.

1. Band: **Die Baukunst der Griechen.** Von Geh.-Rat Prof. Dr. J. Durm, Karlsruhe. Zweite Auflage. Preis: 20 Mark, in Halbfranz gebunden 23 Mark.

2. Band: **Die Baukunst der Etrusker und der Römer.** Von Geh.-Rat Prof. Dr. J. Durm, Karlsruhe. (Vergriffen.) Zweite Auflage in Vorbereitung.

3. Band, Erste Hälfte: **Die altchristliche und byzantinische Baukunst.** Zweite Auflage. Von Prof. Dr. H. Holtzinger, Hannover. Preis: 12 Mark, in Halbfranz gebunden 15 Mark.

Zweite Hälfte: **Die Baukunst des Islam.** Von Direktor J. Franz-Pascha, Kairo. Zweite Auflage. Preis: 12 Mark, in Halbfranz gebunden 15 Mark.

4. Band: **Die romanische und die gotische Baukunst.**

Heft 1: **Die Kriegsbaukunst.** Von Geh.-Rat † Dr. A. v. Essenwein, Nürnberg. (Vergriffen.) Zweite Auflage in Vorbereitung.

Heft 2: **Der Wohnbau.** Von Geh.-Rat † Dr. A. v. Essenwein, Nürnberg. (Vergriffen.) Zweite Auflage in Vorbereitung.

Heft 3: **Der Kirchenbau.** Von Reg.- u. Baurat M. Hasak, Berlin. Preis: 16 Mark, in Halbfranz gebunden 19 Mark.

Heft 4: **Einzelheiten des Kirchenbaues.** Von Reg.- u. Baurat M. Hasak, Berlin. Preis: 18 Mark, in Halbfranz gebunden 21 Mark.

5. Band: **Die Baukunst der Renaissance in Italien.** Von Geh.-Rat Prof. Dr. J. Durm, Karlsruhe. Preis: 27 Mark, in Halbfranz gebunden 30 Mark.

6. Band: **Die Baukunst der Renaissance in Frankreich.** Von Architekt Dr. H. Baron v. Geymüller, Baden-Baden.

Heft 1: **Historische Darstellung der Entwickelung des Baustils.** Preis: 16 Mark, in Halbfranz gebunden 19 Mark.

Heft 2: **Struktive und ästhetische Stilrichtungen. — Kirchliche Baukunst.** Preis: 16 Mark, in Halbfranz gebunden 19 Mark.

7. Band: **Die Baukunst der Renaissance in Deutschland, Holland, Belgien und Dänemark.** Von Direktor Dr. G. v. Bezold, Nürnberg. Preis: 16 Mark, in Halbfranz gebunden 19 Mark.

Jeder Band, bezw. jedes Heft bildet ein für sich abgeschlossenes Ganze und ist auch einzeln käuflich.

Digitized by Google

DRITTER TEIL.

DIE HOCHBAUKONSTRUKTIONEN.

1. Band: **Konstruktionselemente** in Stein, Holz und Eisen. Von Geh. Regierungsrat Prof. G. BARKHAUSEN, Hannover, Geh. Regierungsrat Prof. Dr. F. HEINZERLING, Aachen und Geh. Baurat Prof. † E. MARX, Darmstadt. — **Fundamente.** Von Geh. Baurat Prof. Dr. E. SCHMITT, Darmstadt. Dritte Auflage. Preis: 15 Mark, in Halbfranz gebunden 18 Mark.

2. Band: **Raumbegrenzende Konstruktionen.**

Heft 1: **Wände und Wandöffnungen.** Von Geh. Baurat Prof. † E. MARX, Darmstadt. Zweite Auflage. Preis: 24 Mark, in Halbfranz gebunden 27 Mark.

Heft 2: **Einfriedigungen, Brüstungen und Geländer; Balkone, Altane und Erker.** Von Prof. † F. EWERBECK, Aachen und Geh. Baurat Prof. Dr. E. SCHMITT, Darmstadt. — **Gesimse.** Von Prof. † A. GÖLLER, Stuttgart. Zweite Auflage. Preis: 20 M., in Halbfranz geb. 23 M.

Heft 3, a: **Balkendecken.** Von Geh. Regierungsrat Prof. G. BARKHAUSEN, Hannover. Zweite Aufl. Preis: 15 Mark, in Halbfranz gebunden 18 Mark.

Heft 3, b: **Gewölbte Decken; verglaste Decken und Deckenlichter.** Von Geh. Hofrat Prof. C. KÖRNER, Braunschweig, Bau- und Betriebs-Inspektor A. SCHACHT, Celle, und Geh. Baurat Prof. Dr. E. SCHMITT, Darmstadt. Zweite Aufl. Preis: 24 Mark, in Halbfranz gebunden 27 Mark.

Heft 4: **Dächer;** Dachformen. Von Geh. Baurat Prof. Dr. E. SCHMITT, Darmstadt. — Dachstuhlkonstruktionen. Von Geh. Baurat Prof. TH. LANDSBERG, Darmstadt. Zweite Auflage. Preis: 18 Mark, in Halbfranz gebunden 21 Mark.

Heft 5: **Dachdeckungen;** verglaste Dächer und Dachlichter; massive Steindächer, Nebenanlagen der Dächer. Von Geh. Baurat Prof. H. KOCH, Berlin, Geh. Baurat Prof. † E. MARX, Darmstadt und Geh. Oberbaurat L. SCHWERING, St. Johann a. d. Saar. Zweite Auflage. Preis: 26 Mark, in Halbfranz gebunden 29 Mark.

3. Band, Heft 1: **Fenster, Thüren** und andere bewegliche Wandverschlüsse. Von Geh. Baurat Prof. H. KOCH, Berlin. Zweite Auflage. Preis: 21 Mark, in Halbfranz gebunden 24 Mark.

Heft 2: **Anlagen zur Vermittelung des Verkehrs in den Gebäuden** (Treppen und innere Rampen; Aufzüge; Sprachrohre, Haus- und Zimmer-Telegraphen). Von Direktor † J. KRÄMER, Frankenhausen, Kaiserl. Rat PH. MAYER, Wien, Baugewerkschullehrer O. SCHMIDT, Posen und Geh. Baurat Prof. Dr. E. SCHMITT, Darmstadt. Zweite Auflage. Preis: 14 Mark, in Halbfranz gebunden 17 Mark.

Heft 3: **Ausbildung der Fussboden-, Wand- und Deckenflächen.** Von Geh. Baurat Prof. H. KOCH, Berlin. Preis: 18 Mark, in Halbfranz gebunden 21 Mark.

4. Band: **Anlagen zur Versorgung der Gebäude mit Licht und Luft, Wärme und Wasser.** Versorgung der Gebäude mit Sonnenlicht und Sonnenwärme. Von Geh. Baurat Prof. Dr. E. SCHMITT, Darmstadt. — Künstliche Beleuchtung der Räume. Von Geh. Regierungsrat Prof. H. FISCHER und Prof. Dr. W. KOHLRAUSCH, Hannover. — Heizung und Lüftung der Räume. Von Geh. Regierungsrat Prof. H. FISCHER, Hannover. — Wasserversorgung der Gebäude. Von Prof. Dr. O. LUEGER, Stuttgart. Zweite Auflage. Preis: 22 Mark, in Halbfranz gebunden 25 Mark.

5. Band: **Koch-, Spül-, Wasch- und Bade-Einrichtungen.** Von Geh. Bauräten Professoren † E. MARX und Dr. E. SCHMITT, Darmstadt. — **Entwässerung und Reinigung der Gebäude;** Ableitung des Haus-, Dach- und Hofwassers; Aborte und Pissoirs; Entfernung der Fäkalstoffe aus den Gebäuden. Von Privatdocent Bauinspektor M. KNAUFF, Berlin und Geh. Baurat Prof. Dr. E. SCHMITT, Darmstadt. Zweite Aufl. (Vergriffen.) Dritte Auflage in Vorbereitung.

6. Band: **Sicherungen gegen Einbruch.** Von Geh. Baurat Prof. † E. MARX, Darmstadt und Geh. Baurat Prof. H. KOCH, Berlin. — **Anlagen zur Erzielung einer guten Akustik.** Von Stadtbaurat A. STÜRMHOEFEL, Berlin. — **Glockenstühle.** Von Geh. Rat Dr. C. KÖPCKE, Dresden. — **Sicherungen gegen Feuer, Blitzschlag, Bodensenkungen und Erderschütterungen; Stützmauern.** Von Baurat E. SPILLNER, Essen. — **Terrassen und Perrons, Freitreppen und äussere Rampen.** Von Prof. † F. EWERBECK, Aachen. — **Vordächer.** Von Geh. Baurat Prof. Dr. E. SCHMITT, Darmstadt. — **Eisbehälter und Kühlanlagen mit künstlicher Kälteerzeugung.** Von Oberingenieur E. BRÜCKNER, Moskau und Baurat E. SPILLNER, Essen. Dritte Auflage. Preis: 14 Mark, in Halbfranz gebunden 17 Mark.

Digitized by Google

Vierter Teil.

ENTWERFEN, ANLAGE UND EINRICHTUNG DER GEBÄUDE.

1. Halbband: **Die architektonische Komposition.** Allgemeine Grundzüge. Von Geh. Baurat Prof. † Dr. H. Wagner, Darmstadt. — Die Proportionen in der Architektur. Von Prof. A. Thiersch, München. — Die Anlage des Gebäudes. Von Geh. Baurat Prof. † Dr. H. Wagner, Darmstadt. — Die Gestaltung der äusseren und inneren Architektur. Von Prof. J. Bühlmann, München. — Vorräume, Treppen-, Hof- und Saal-Anlagen. Von Geh. Baurat Prof. † Dr. H. Wagner, Darmstadt. Zweite Auflage. (Vergriffen.)
Dritte Auflage unter der Presse.

2. Halbband: **Gebäude für die Zwecke des Wohnens, des Handels und Verkehres.**

Heft 1: **Wohnhäuser.** Von Geh. Hofrat Prof. C. Weissbach, Dresden.
Preis: 21 Mark, in Halbfranz gebunden 24 Mark.

Heft 2: **Gebäude für Geschäfts- und Handelszwecke** (Geschäfts-, Kauf- und Warenhäuser, Gebäude für Banken und andere Geldinstitute, Passagen oder Galerien, Börsengebäude). Von Prof. Dr. H. Auer, Bern, Architekt P. Kick, Berlin, Prof. K. Zaar, Berlin und Docent A. L. Zaar, Berlin. Preis: 16 Mark, in Halbfranz gebunden 19 Mark.

Heft 3: **Gebäude für den Post-, Telegraphen- und Fernsprechdienst.** Von Postbaurat R. Neumann, Erfurt. Preis: 10 Mark, in Halbfranz gebunden 13 Mark.

3. Halbband: **Gebäude für die Zwecke der Landwirtschaft und der Lebensmittel-Versorgung.**

Heft 1: **Landwirtschaftliche Gebäude und verwandte Anlagen.** Von Prof. A. Schubert, Kassel und Geh. Baurat Prof. Dr. E. Schmitt, Darmstadt. Zweite Auflage.
Preis: 12 Mark, in Halbfranz gebunden 15 Mark.

Heft 2: **Gebäude für Lebensmittel-Versorgung** (Schlachthöfe und Viehmärkte; Märkte für Lebensmittel; Märkte für Getreide; Märkte für Pferde und Hornvieh). Von Stadtbaurat † G. Osthoff, Berlin und Geh. Baurat Prof. Dr. E. Schmitt, Darmstadt. Zweite Auflage. Preis: 16 Mark, in Halbfranz gebunden 19 Mark.

4. Halbband: **Gebäude für Erholungs-, Beherbergungs- und Vereinszwecke.**

Heft 1: **Schankstätten und Speisewirtschaften, Kaffeehäuser und Restaurants.** Von Geh. Baurat Prof. † Dr. H. Wagner, Darmstadt. — **Volksküchen und Speiseanstalten für Arbeiter; Volks-Kaffeehäuser.** Von Geh. Baurat Prof. Dr. E. Schmitt, Darmstadt. — **Oeffentliche Vergnügungsstätten.** Von Geh. Baurat Prof. † Dr. H. Wagner, Darmstadt. — **Festhallen.** Von Geh.-Rat Prof. Dr. J. Durm, Karlsruhe. — **Gasthöfe höheren Ranges.** Von Geh. Baurat H. v. d. Hude, Berlin. — **Gasthöfe niederen Ranges, Schlaf- und Herbergshäuser.** Von Geh. Baurat Prof. Dr. E. Schmitt, Darmstadt. Zweite Auflage. (Vergriffen.)
Dritte Auflage in Vorbereitung.

Heft 2: **Baulichkeiten für Kur- und Badeorte.** Von Architekt † J. Mylius, Frankfurt a. M. und Geh. Baurat Prof. † Dr. H. Wagner, Darmstadt. — **Gebäude für Gesellschaften und Vereine.** Von Geh. Baurat Prof. Dr. E. Schmitt und Geh. Baurat Prof. † Dr. H. Wagner, Darmstadt. — **Baulichkeiten für den Sport. Sonstige Baulichkeiten für Vergnügen und Erholung.** Von Geh.-Rat Prof. Dr. J. Durm, Karlsruhe, Architekt † J. Lieblein, Frankfurt a. M., Oberbaurat Prof. R. v. Reinhardt, Stuttgart und Geh. Baurat Prof. † Dr. H. Wagner, Darmstadt. Zweite Auflage. (Vergriffen.) Dritte Auflage in Vorbereitung.

5. Halbband: **Gebäude für Heil- und sonstige Wohlfahrts-Anstalten.**

Heft 1: **Krankenhäuser.** Von Prof. F. O. Kuhn, Berlin. Zweite Auflage.
Preis: 32 Mark, in Halbfranz gebunden 35 Mark.

Heft 2: **Verschiedene Heil- und Pflege-Anstalten** (Irrenanstalten, Entbindungsanstalten, Heimstätten für Wöchnerinnen und für Schwangere, Sanatorien, Lungenheilstätten, Heimstätten für Genesende); **Versorgungs-, Pflege- und Zufluchtshäuser.** Von Stadtbaurat G. Behnke, Frankfurt a. M., Prof. K. Henrici, Aachen, Architekt F. Sander, Frankfurt a. M., Geh. Baurat W. Voiges, Wiesbaden, Bauinspektor H. Wagner, Darmstadt, Geh. Oberbaurat V. v. Weltzien, Darmstadt und Stadtbaurat Dr. K. Wolff, Hannover. Zweite Auflage. Preis: 15 Mark, in Halbfranz gebunden 18 Mark.

Heft 3: **Bade- und Schwimm-Anstalten.** Von Prof. F. Genzmer, Berlin.
Preis: 15 Mark, in Halbfranz gebunden 18 Mark.

Heft 4: **Wasch- und Desinfektions-Anstalten.** Von Prof. F. Genzmer, Berlin.
Preis: 9 Mark, in Halbfranz gebunden 12 Mark.

Digitized by Google

6. Halbband: **Gebäude für Erziehung, Wissenschaft und Kunst.**

Heft 1: **Niedere und höhere Schulen** (Schulbauwesen im allgemeinen; Volksschulen und andere niedere Schulen; niedere techn. Lehranstalten u. gewerbl. Fachschulen; Gymnasien und Reallehranstalten, mittlere techn. Lehranstalten, höhere Mädchenschulen, sonstige höhere Lehranstalten; Pensionate u. Alumnate, Lehrer- u. Lehrerinnenseminare, Turnanstalten). Von Stadtbaurat G. Behnke, Frankfurt a. M., Prof. K. Hintrager, Gries, Oberbaurat Prof. † H. Lang, Karlsruhe, Architekt † O. Lindheimer, Frankfurt a. M., Geh. Bauräten Prof. Dr. E. Schmitt und † Dr. H. Wagner, Darmstadt. Zweite Auflage. Preis: 18 Mark, in Halbfranz gebunden 21 Mark.

Heft 2: **Hochschulen**, zugehörige und verwandte wissenschaftliche Institute (Universitäten; technische Hochschulen; naturwissenschaftliche Institute; medizinische Lehranstalten der Universitäten; technische Laboratorien; Sternwarten und andere Observatorien). Von Geh. Oberbaurat H. Eggert, Berlin, Baurat C. Junk, Berlin, Geh. Hofrat Prof. C. Körner, Braunschweig, Geh. Baurat Prof. Dr. E. Schmitt, Darmstadt, Oberbaudirektor † Dr. P. Spieker, Berlin und Geh. Regierungsrat L. v. Tiedemann, Potsdam. (Vergriffen.) Zweite Auflage in Vorbereitung.

Heft 3: **Künstler-Ateliers, Kunstakademien und Kunstgewerbeschulen; Konzerthäuser und Saalbauten.** Von Reg.-Baumeister C. Schaupert, Nürnberg, Geh. Baurat Prof. Dr. E. Schmitt, Darmstadt und Prof. C. Walther, Nürnberg. Preis: 15 Mark, in Halbfranz gebunden 18 Mark.

Heft 4: **Gebäude für Sammlungen und Ausstellungen** (Archive; Bibliotheken; Museen; Pflanzenhäuser; Aquarien; Ausstellungsbauten). Von Baurat † A. Kerler, Karlsruhe, Stadtbaurat A. Kortüm, Halle, Architekt † O. Lindheimer, Frankfurt a. M., Prof. A. Messel, Berlin, Architekt R. Oppermann, Mainz, Geh. Bauräten Prof. Dr. E. Schmitt und † Dr. H. Wagner, Darmstadt. (Vergriffen.) Zweite Auflage in Vorbereitung.

Heft 5: **Theater.** Von Baurat M. Semper, Hamburg. Preis: 27 Mark, in Halbfranz gebunden 30 Mark.

Heft 6: **Zirkus- und Hippodromgebäude.** Von Geh. Baurat Prof. Dr. E. Schmitt, Darmstadt. Unter der Presse.

7. Halbband: **Gebäude für Verwaltung, Rechtspflege und Gesetzgebung; Militärbauten.**

Heft 1: **Gebäude für Verwaltung und Rechtspflege** (Stadt- und Rathäuser; Gebäude für Ministerien, Botschaften und Gesandtschaften; Geschäftshäuser für Provinz- und Kreisbehörden; Geschäftshäuser für sonstige öffentliche und private Verwaltungen; Leichenschauhäuser; Gerichtshäuser; Straf- und Besserungsanstalten). Von Prof. F. Bluntschli, Zürich, Stadtbaurat A. Kortüm, Halle, Prof. G. Lasius, Zürich, Stadtbaurat † G. Osthoff, Berlin, Geh. Baurat Prof. Dr. E. Schmitt, Darmstadt, Baurat F. Schwechten, Berlin, Geh. Baurat Prof. † Dr. H. Wagner, Darmstadt und Baudirektor † Th. v. Landauer, Stuttgart. Zweite Auflage. Preis: 27 Mark, in Halbfranz gebunden 30 Mark.

Heft 2: **Parlaments- und Ständehäuser; Gebäude für militärische Zwecke.** Von Geh. Baurat Prof. Dr. P. Wallot, Dresden, Geh. Baurat Prof. † Dr. H. Wagner, Darmstadt und Oberstleutnant F. Richter, Dresden. Zweite Aufl. Preis: 12 Mark, in Halbfranz gebunden 15 Mark.

8. Halbband: **Kirchen, Denkmäler und Bestattungsanlagen.**

Heft 1: **Kirchen.** Von Hofrat Prof. Dr. C. Gurlitt, Dresden. In Vorbereitung.

Heft 2 u. 3: **Denkmäler.** Von Architekt A. Hofmann, Berlin. Unter der Presse.

Heft 4: **Bestattungsanlagen.** Von Städt. Baurat H. Grässel, München. In Vorbereitung.

9. Halbband: **Der Städtebau.** Von Geh. Baurat J. Stübben, Köln. (Vergriffen.) Zweite Auflage in Vorbereitung.

10. Halbband: **Die Garten-Architektur.** Von Baurat A. Lambert und Architekt E. Stahl, Stuttgart. Preis: 8 Mark, in Halbfranz gebunden 11 Mark.

Das »Handbuch der Architektur« ist zu beziehen durch die meisten Buchhandlungen, welche auf Verlangen auch einzelne Bände zur Ansicht vorlegen. Die meisten Buchhandlungen liefern das »Handbuch der Architektur« auf Verlangen sofort vollständig, soweit erschienen, oder eine beliebige Auswahl von Bänden, Halbbänden und Heften auch gegen monatliche Teilzahlungen. Die Verlagshandlung ist auf Wunsch bereit, solche Handlungen nachzuweisen.

Stuttgart, im Oktober 1903.

Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung
A. Kröner.

Digitized by Google

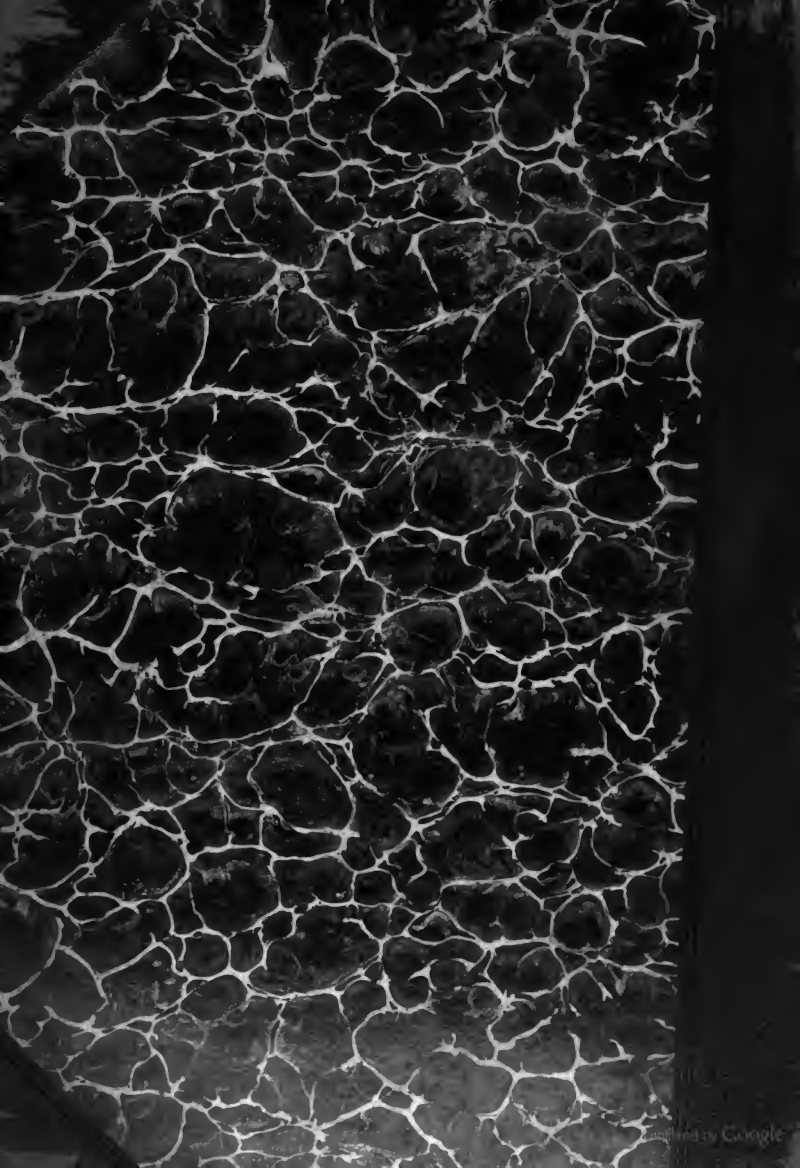
UNIV. OF MICH.
MAY 18 19

Digitized by Google

Digitized by Google

UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 06837 3086

Digitized by Google


Digitized by Google